DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang. 19. Januar 1917. Heft 3.

VIII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin.

Von Dr. O. Herr, Görlitz.

Unter dem Vorsitz des Geheimrats Prof. Dr. *Conwentz* fand Anfang Dezember im Sitzungssaal der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege die VIII. Jahreskonferenz statt. Der Leiter der Stelle gab in seiner

Eröffnungsrede

zunächst einen Überblick über die Fortschritte der Naturdenkmalpflege in Preußen und in einzelnen Bundesstaaten im abgelaufenen Geschäftsjahre und berichtete dann ausführlich über die Ergebnisse der durch die vorjährige Konferenz, die sich hauptsächlich mit der Erhaltung der Moore beschäftigte, eingeleiteten Bemühungen zur Schaffung von Moorschutzgebieten. Die Regierung in Danzig wird in mehreren Staatsforsten Moorgebiete von insgesamt 132 ha als Naturdenkmäler erhalten. Die Regierung zu Potsdam hat drei Moore in den Oberförstereien Potsdam und Kummersdorf unter Schutz gestellt. In Schlesien sind die „Seefelder" und die Iserwiese als Schutzgebiete in Aussicht genommen. Auch die meisten anderen Regierungen und Provinzen haben ihre Zustimmungen zu den geplanten Schutzmaßregeln gegeben, nur die Provinz *Hannover*, die am besten Gelegenheit hätte, Moorreservate zu schaffen, hat ablehnend geantwortet.

Darauf sprach Landgerichtsrat Dr. *Wolf* (Charlottenburg) über

Die Sicherung der Nußbäume und Kastanien im Kriege.

Redner gibt zunächst einen kurzen Abriß der Naturgeschichte beider Bäume. Die Gattungen Juglans und Castanea waren im Tertiär von Grönland bis zum Mittelmeer verbreitet; sie wurden im Diluvium nach Südeuropa und Südasien verschoben und später wieder in Deutschland eingeführt, Castanea erst im Mittelalter. Beide Bäume haben wegen ihres majestätischen Wuchses und ihrer prächtigen Krone hohen ästhetischen Wert. Ihr praktischer Nutzen ist bedeutend. Früchte, Rinde und vor allem das Holz finden mannigfache Verwendung; das feinfaserige, zähe, wenig elastische, dauerhafte Holz von Juglans regia und besonders von J. nigra ist das geeignetste Material für Gewehrschäfte. Schon im Frieden waren deshalb die heimischen Bestände dieser Bäume gefährdet; im Kriege aber, der uns jegliche Einfuhr, die besonders aus Amerika und Italien erfolgte, abschnitt, drohte ihnen gänzliche Vernichtung. Der Preis stieg in den letzten 30 Jahren von 60 bis 80 M. auf 400 M. für den Festmeter. Zur Sicherung ihres Bedarfs für die Herstellung von Gewehrschäften ließ die Heeresverwaltung im Januar 1916 den dazu geeigneten Teil des Nußbaumbestandes beschlagnahmen und jede andere Verwendung als zu Heereszwecken untersagen. Nachdem auf Grund der Annahme, diese Maßnahme gefährde den Nußbaumbestand, der Landesverein Sächsischer Heimatschutz verschiedene Eingaben gemacht hatte, trat die Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege durch den Vortragenden zunächst mit der Kriegsrohstoffabteilung des Kriegsministeriums in Verbindung, um eine möglichst hohe Sicherung unseres Restbestandes an Nußbäumen und Kastanien zu erreichen. Dort wurde ihm von maßgebendster Seite versichert, daß die Heeresverwaltung in Anerkennung der berechtigten Interessen der Naturdenkmalpflege bestrebt sei, diese Baumarten bei uns zu erhalten. Die Beschlagnahme bezwecke nicht die Ausrottung, sondern gerade die Erhaltung. Der Bedarf werde in erster Linie aus den besetzten feindlichen Gebieten gedeckt. Auch sei für Gewehrschäfte ein *vollwertiges Ersatzmittel* gefunden. Zur weiteren Sicherung der Kastanien und Nußbäume wurden dann noch folgende Maßnahmen erreicht: Die sichernde Beschlagnahme wurde auch auf Castanea ausgedehnt. Das Fällen und der Ankauf stehender Bäume auch für Heereszwecke wurde anderen als mit besonderen Ausweisen versehenen Personen untersagt, die Erhaltung besonders hervorragender Bäume und Gruppen angelegentlichst empfohlen. Das Landwirtschaftsministerium empfahl der Bevölkerung dringend den Anbau; weitere Anpflanzungen durch die Domänen und Forsten dürfen erhofft werden. Aufgabe der Komitees für Naturdenkmalpflege und der übrigen daran interessierten Kreise ist es jetzt, in Wort und Schrift die für die Erhaltung der Nuß- und Kastanienbäume bestehende Neigung der Behörden zu bestärken und diese Stellen, insbesondere die stellvertretenden Generalkommandos, durch kurze Bezeichnung einzelner ganz besonders der Erhaltung würdiger Exemplare und Gruppen von Nußbäumen und Kastanien zu unterstützen. — Die Regierung in Württemberg und der k. u. k. Kriegsminister in Österreich haben ebenfalls durch Erlasse die Nußbäume geschützt und den Anbau derselben empfohlen.

Direktor Prof. *Wetekamp* (Berlin):

Die erratischen Blöcke der Mark Brandenburg und ihre Erhaltung.

Der Vortragende hat in der Mark bis jetzt 179 Findlinge kartiert und photographiert, von denen im Regierungsbezirk Potsdam etwa zwei Drittel liegen. Am reichsten sind die Kreise Westprignitz (18) und Zauch-Belzig (31) an erratischen Blöcken, während ihm aus Kalau, Krossen, Lübben, Westhavelland und Weststernberg bis jetzt keine Steine bekannt sind. Nach der Lagerung lassen sich leicht drei Streifen unterscheiden, die dem Zuge der Endmoränen folgen: ein nördlicher durch die Uckermark, ein mittlerer bei Königsberg i. N. und ein südlicher im Kreise Zauch-Belzig. Wie schon *Klöden* (1827 bis 32) hervorhebt, sind die Blöcke fast ausschließlich in den höheren Teilen gefunden worden. Hier sind sie durch die Niederschläge bloßgelegt, während sie in den Niederungen, wo sie sicher auch vorhanden sind, verdeckt wurden.

Die *Größe* der Blöcke ist sehr schwankend; von den beobachteten hatten 40 einen Umfang von 10 bis 15 m, 10 von 15 bis 20 m und 3 von über 20 m. Der größte Block der Mark ist heute der kleine Markgrafenstein mit 22 m Umfang. Der große Markgrafenstein, aus dessen Material die große Schüssel vor der Nationalgalerie, die Säule auf dem Belle-Alliance-Platz und verschiedene Tische und Bänke in der Nähe des Steines hergestellt wurden, hat nur noch ein Drittel seiner früheren Größe.

Von den Findlingen bestehen, soweit bis jetzt ermittelt wurde, im Regierungsbezirk Potsdam 70 aus Gneis, 20 aus Granit und 1 aus einer anderen Gesteinsart (Quarzit?), im Regierungsbezirk Frankfurt 20 aus Gneis, 20 aus Granit und 2 aus anderem Gestein, davon 1 aus Quarzit.

Die *Herkunft* wurde von 9 Blöcken sicher ermittelt: es stammen 4 davon aus Westfinnland, 5 aus dem mittleren Schweden. Gletscherschrammen und typische Löcher, die wohl meist als Strudellöcher zu deuten sind, finden sich bei einer großen Zahl der Findlinge. — Daß der Gneis und nicht, wie zu erwarten, der Granit überwiegt, deutet darauf hin, daß viele Granitblöcke infolge der besseren Verwertbarkeit des Materials schon vernichtet sind. Man verstand die Steine durch Holzklötze, die man in eingemeißelte Vertiefungen schlug und dann anfeuchtete, zu sprengen, und benutzte das Material zum Bauen von Stadt- und Ringmauern, von Gebäuden und, wie die sich oft dicht gesät findenden kleineren Steine, als Straßenpflaster und Chausseeschotter.

Die erratischen Blöcke sind in ihrer Unvergänglichkeit ganz besonders zu Denkmälern geeignet. Durch Ankauf seitens der Provinz, des Kreises usw. können sie vor der Zerstörung bewahrt werden. Es empfiehlt sich, sie, wenn irgend möglich, an Ort und Stelle liegen zu lassen, sie vor allem in ihrer ursprünglichen Form zu erhalten und ihnen zur Erinnerung an wichtige Ereignisse oder zur Ehrung bedeutender Persönlichkeiten entsprechende Namen zu geben. Inschriften, Erinnerungstafeln, Medaillen usw. sollten nur im Notfalle an dem Stein selbst, und dann unter vollster Wahrung seiner natürlichen Schönheit angebracht werden.

Professor *Schwarz* (Rothenburg a. F.):

Vogelschutz und naturkundlicher Unterricht.

Erziehung zum Natur- und Vogelschutz ist ein geeignetes Mittel, der unserer Jugend besonders auch in dieser Zeit drohenden Verwahrlosung entgegenzuarbeiten. Die Keime dazu muß die Familie legen, die Schule muß sie erhalten und weiter hegen und pflegen. An der Hand guter Bilder sowie präparierten und lebenden Materials ist eine eingehende Beschreibung des Tieres unter Hervorhebung der biologischen Elemente zu geben. Abenteuerliche Geschichten, die vielen Vögeln (Kuckuck, Eule, Reiher) zum Verderben gereichen, sind zu zerstören. Die Schulstunden sind durch den Unterricht im Freien zu ergänzen. Diese Exkursionen müssen auch dem botanischen, geographischen und historischen Unterricht nutzbar gemacht werden. Sie beginnen im Frühling, wenn die geringe Zahl der befiederten Sänger noch leicht ihre Bestimmung gestattet, und setzen sich durch alle Monate bis in den Winter hinein fort. Ankunfts- und Abzugszeiten der Zugvögel werden festgestellt und notiert. Die Schüler lernen die Vögel an der Stimme erkennen; sie beobachten sie, wenn nötig, mit dem Fernglas, beim Nestbau, Brüten, bei der Aufzucht der Jungen, bei der Nahrungssuche und kommen so zu einem richtigen Verständnis der wirtschaftlichen Bedeutung des Nutzens und Schadens der Vögel. Der Flug, Gleit- und Spiralflug, wird eifrig studiert, und es werden Parallelen mit der Aviatik gezogen. Das Studium der Schwimm- und Wasservögel gibt Anlaß, über Schiffahrt, Schiffbau und Unterseeboote zu sprechen. Die Schüler müssen angehalten werden, Futterplätze, sei es bei ihrem Hause, sei es an öffentlichen Plätzen, einzurichten. Das Leben und Treiben der Vögel an diesen bietet Gelegenheit zu interessanten Beobachtungen, die auch Einblick in die Psyche der Vögel gestatten. Auch Anleitung zur Herstellung und zum Anbringen von Nistkästen ist den Schülern zu geben, wie sie endlich selbst bei der Anlage und Beaufsichtigung von Vogelschutzgehölzen heranzuziehen sind. — Derartiger Unterricht erfordert viel Erfahrung, Liebe zur Jugend, Geduld und selbstlose Arbeit und kann nur von entsprechend vorgebildeten Lehrern geleitet werden. Vorlesungen über Vogelschutz im Sommer und über Naturdenkmalpflege im Winter sind unbedingt zur Ergänzung der botanischen und zoologischen Vorlesungen erforderlich.

Cand. phil. *Lamprecht*, Bakteriolog am Feldlaboratorium in Mitau:

Moritzholm, ein Naturschutzgebiet in Kurland.

Die Ostseeprovinzen stellen hinsichtlich ihrer geographischen Lage, ihres Klimas und ihrer sonstigen natürlichen Beschaffenheit ein Bindeglied zwischen der asiatisch-russischen Kontinentalmasse, die als Heimat einer großen Zahl der europäischen Tiere und Pflanzen zu gelten hat, und der stark gegliederten Küste Nordwesteuropas dar; hier begegnen sich verschiedene tier- und pflanzengeographische Gebiete, wie die westeuropäische Meeres- und Küstenfauna und die Tierwelt des asiatisch-russischen Waldgebiets, die mitteleuropäische Laubwaldflora und die nordosteuropäische Nadelwaldflora usw. Naturschutzgebiete in diesen Provinzen sind deshalb von besonderer Wichtigkeit. Vor dem Kriege bestanden zwei solcher „Friedungen“: eine Vogelfreistätte auf den Waika-Inseln bei Ösel und das Schutzgebiet „Moritzholm“. Die *Moritzinsel*, die ihren Namen nach dem kurischen Prinzen Moritz von Sachsen (1726—27), der hier nach seiner Vertreibung kurze Zeit vor den Russen Zuflucht suchte, hat, liegt in dem etwa 72 km² großen Usmaitensee (südlich der Bahn Mitau—Windau); sie ist ca. 1 km² groß und — abgesehen von einer Buschwächterei — im Gegensatz zu der größeren Fischinsel in demselben See nicht bewohnt und bewirtschaftet. Die Reichhaltigkeit und Urwüchsigkeit der Pflanzen- und Tierwelt der Insel veranlaßte den Rigaer Naturforscherverein bei der Verwaltung der Landwirtschaft und Reichsdomänen des baltischen Gebiets darum nachzusuchen, daß Moritzholm zu einem Naturschutzgebiet zu wissenschaftlichen Zwecken bestimmt und die wissenschaftliche Durchforschung dem genannten Verein anvertraut werde. Die Insel ist zu einem derartigen Zweck vorzüglich geeignet, da sie von der Kultur fast nicht berührt ist, und der reichhaltige, äußerst üppige Pflanzenwuchs noch an vielen Stellen den Eindruck unberührter Jungfräulichkeit macht. Bedingt durch die Verschiedenartigkeit des Bodens sind die verschiedenen Pflanzenvereine der Wald-, Wiesen-, Sumpf- und Uferformationen zu beobachten. Der Wald — vorwiegend Mischwald — zeigt fast alle einheimischen Holzgewächse: Acer platanoides, Betula pubescens, B. verrucosa, Picea excelsa, Pinus silvestris, Pinus malus, Populus tremula, Prunus padus, Quercus pedunculata, Sorbus aucuparia, Tilia cordata, Ulmus europaea, zum Teil in riesigen Exemplaren. Moritzholm ist die Zufluchtsstätte einiger im ostbaltischen Gebiete bzw. in ganz Rußland seltener Pflanzen: Allium ursinum, Corydalis cava, Dentaria bulbifera, Asperula odorata, Viola uliginosa und Osmunda Struthiopteris. Die Vogelwelt ist sehr mannigfaltig und besonders reich an Höhlenbrütern, wie Certhia familiaris, Columba oenas, Coracias garrula und Glaucion clangula. Die Insel läßt sich um so leichter als Naturschutzgebiet erhalten, als ihr land- und forstwirtschaftlicher Wert nur gering und sie infolge ihrer Lage vor Beschädigungen durch Weidevieh, unberufene Besucher usw. geschützt ist, wie das Gebiet andrerseits nicht schädigend auf die Umgegend einwirken kann. Seltene Pflanzen (Taxus baccata, Hedera helix, Trapa natans) und Tiere (Flughörnchen, Pteromys volans und Ciconia nigra), die im Baltikum einheimisch, aber durch die Kultur z. T. schon verdrängt sind, können hier leicht angesiedelt und erhalten werden. Redner hat Pfingsten 1916 Moritzholm besucht und gibt eine anschauliche Schilderung seiner Reise, der Insel, ihrer Fauna und Flora im Frühlingskleide.

Dr. *Ulbrich* (Berlin-Dahlem) macht auf die Notwendigkeit des Schutzes der

pontischen Hügel als Naturdenkmäler

aufmerksam.

Die pontischen Hügel sind sonnige, trockene, kalkreiche, meist während der Eiszeit durch die Gletscher entstandene Erhebungen, deren interessante Formation, die als letzter Ausläufer der Steppen Ungarns und Südrußlands in das feuchtere atlantische Klima angesehen werden kann, eine Anzahl gegen große Trockenheit widerstandsfähige Arten, typische Steppenpflanzen: Adonis vernalis, Hieracium echivides, Odontites (Euphrasia) lutea, Silene Otites, Dianthus Carthusianorum, Tunica prolifera, Scorzonera purpurea, Alyssum montanum, Torilis infesta, Veronica spicata u. a. enthält, die aus Südrußland nördlich und nordwestlich vom Schwarzen Meere (dem Pontos Euxeinos der Alten), also aus den „pontischen“ Gegenden stammen oder mit den dortigen Arten nahe verwandt sind. Während man in anderen Gegenden (Rgbz. Magdeburg) diese Hügel z. T. schon geschützt hat, stehen sie in der Mark vor dem Untergang. Trotzdem sich die Kultur kaum lohnt, ackert man die Hügel ein und bebaut sie oder bepflanzt sie mit Kiefern. Es ist dringend nötig, daß wenigstens einige dieser Hügel, z. B. der Pimpinellenberg bei Oderberg, mit ihrer pflanzengeographisch so wichtigen Formation erhalten bleiben.

Über *„Die Hülse oder Stechpalme, ein Naturdenkmal“* spricht Dr. *G. Foerster* (Barmen). Die Hülse (Ilex aquifolium), die schon zur Diluvialzeit in Europa verbreitet war, gehört zur atlantischen Pflanzengruppe und findet sich in Deutschland in der westlich-norddeutschen Zone bis Vorpommern und in der südlich-rheinischen Zone, hauptsächlich als Unterholz in Buchenwäldern. Besonders reich an urwüchsigen Beständen ist das rechtsrheinische Bergische Land. Sie wächst sehr langsam und wird selten über 10—11 m hoch. Bei älteren Exemplaren gehen in Mannshöhe die gewellten, stacheligen Blätter in flache, glattrandige über. Ilex ist zweihäusig; Vortragender beobachtete bei einem der größten Hülsenbäume einen *Geschlechtswechsel:* 1910 trug er weibliche Blüten, 1916 blühte er männlich. Die Bestäubung erfolgt durch Insekten (Wespen), beim Eindringen in die Blüte klappen die vier Blütenblätter wagerecht auseinander, um sich später ganz nach unten zurückzu-

schlagen. Die Früchte reifen erst im zweiten Jahr. Ilex verbreitet sich durch Wurzelausschlag und durch Samen, die aber erst die Verdauungsorgane eines Tieres passiert haben müssen (endozoische Verbreitung). Der Same geht erst in 1½—2 Jahren auf. Der Redner fand *nie* einen Hülsenkeimling im freien Gelände und vertritt die Ansicht, daß die endozoische Verbreitung bei uns wegfällt. Eine große Ilexgärtnerei bei Remscheid bezieht zur Zucht Samen aus Italien, Frankreich und Holland. 8—14 tägige Gärung der eingestampften Samen beschleunigt die Keimung. Bei Verpflanzungen kommen nur 30—40 % fort. Durch die vielseitige Verwendung, die Laub, Früchte, Rinde und Holz finden, ist die Hülse der Gefahr des Aussterbens ausgesetzt. Um sie als Naturdenkmal zu erhalten, muß sie unter Schutz gestellt werden, wie es auch vielfach schon geschehen ist. — In der Besprechung wurde hervorgehoben, daß über den *Geschlechtsumschlag* bei Ilex weitere Beobachtungen dringend erforderlich sind, und daß ein völliges Ausschalten der *endozoischen Verbreitung* in unseren Gegenden kaum anzunehmen ist.

Dr. *W. Emeis* (Kiel) berichtet über das neue *Naturschutzgebiet Aarökalv.*

Aarökalv ist eine etwa 2,5 ha große, aus 8 Inseln entstandene Halbinsel, die mit dem Ostrande der Insel Aarö im Kleinen Belt durch eine schmale Nehrung verbunden ist. Die Gemeinde Aarö schenkte das Gebiet unter dem Namen *„Naturschutzgebiet von Löw"* dem Landrat des Kreises Hadersleben aus Dankbarkeit für geleistete Deichbauten und für in Aussicht gestellte weitere Schutzbauten und Verkehrsverbesserungen. Bemerkenswert ist das Gebiet durch das Vorkommen des Strandflieders oder Widerstoßes (Statice bahusiensis), der hier seinen *einzigen* deutschen Standort hat. Sein Hauptverbreitungsgebiet liegt am Kattegatt. Daneben findet sich jetzt schon eine reiche Strandflora mit Eryngium maritimum, Echinopsilon hirsutus, Obione pedunculata, u. a. Von Kryptogamen ist die auf Lecanora glaucoma und L. sulfurea epiphytisch lebende Lecidea intumescens besonders erwähnenswert. Dank des Schutzes hat sich im Gebiet schon eine recht reiche Vogelwelt angesiedelt.

Ein neuer Beitrag zur Geschichte der Biogeographie.

Von Prof. Dr. Walther May, Karlsruhe.

Die ältere Geschichte der Tier- und Pflanzengeographie ist bisher wenig gepflegt worden; man begnügte sich meist mit einer mechanischen Aufzählung von Namen und Tatsachen. Es ist daher freudig zu begrüßen, daß ein schwedischer Forscher, *Nils von Hofsten* in Upsala, neuerdings den Versuch unternommen hat, diese Lücke unseres geschichtlichen Wissens auszufüllen. Seine äußerst gründliche, auf einem umfassenden Quellenmaterial aufgebaute Arbeit *„Zur älteren Geschichte des Diskontinuitätsproblems in der Biogeographie"* (Zool. Annalen Bd. 7, 1916) behandelt zwar in erster Linie den Werdegang einer bestimmten biogeographischen Frage, ist aber so umfassend angelegt und beleuchtet ihren Gegenstand in so vielseitiger Weise, daß sie einen guten Einblick in die geschichtliche Entwicklung der chorologischen Ideen überhaupt gewährt.

Eine Tier- und Pflanzengeographie konnte erst aufkommen, nachdem einerseits die faunistischen und floristischen Kenntnisse eine gewisse Höhe erreicht hatten, andererseits ein Bedürfnis zur Erklärung der Verbreitung sich geltend machte. Im Altertum fehlten diese Voraussetzungen fast ganz. Doch hatte man natürlich beobachtet, daß nicht alle Pflanzen und Tiere dieselbe Verbreitung haben, und aus dieser Erkenntnis erwuchsen die Ansätze zu einer Tier- und Pflanzengeographie. *Aristoteles* gibt Beispiele von Tieren mit beschränktem Vorkommen, ohne jedoch die Ursachen näher zu erörtern. Sein Schüler *Theophrast* hebt wiederholt hervor, daß gewisse Pflanzen in mehreren Ländern wachsen, andere dagegen einzelnen Ländern eigen sind, und daß verschiedene Gebiete verschiedene Gewächse hervorbringen. Für die Beobachtung, daß gewisse Tiere und Pflanzen in weit voneinander entfernten Gegenden leben und für die Erörterung der Ursachen dieser diskontinuierlichen Verbreitung war die Zeit noch nicht gekommen. Auch die Herkunft der Inseltiere wurde noch nicht besprochen.

Im Mittelalter ging das antike Wissen von der Verbreitung der Pflanzen und Tiere auf die Araber über und wurde von ihnen wesentlich verbessert; bei mehreren arabischen Schriftstellern findet man richtige Angaben über Verbreitungsgrenzen und über die Produkte verschiedener Klimate. Für die spätere Entwicklung des Diskontinuitätsproblems und der ganzen Biogeographie hatten jedoch die im Altertum und von den Arabern gewonnenen Kenntnisse der Pflanzen- und Tierverbreitung keine direkte Bedeutung.

Von größerem Einfluß waren dagegen die Erörterungen des Altertums und Mittelalters über die Existenz von Antipoden und anderen in fernen Ländern wohnenden Menschen. Wenn man mehr als tausend Jahre, nachdem *Augustinus* die Existenz der Antipoden geleugnet hatte, wirklich Menschen jenseits des „unermeßlichen Ozeans" entdeckt hat, dann waren es die Ansichten über die Antipoden, von denen man auszugehen hatte und auch tatsächlich ausging. Die ersten Erörterungen über die Herkunft der amerikanischen Menschen und Tiere knüpfen an diejenigen über die hypothetischen Antipoden an.

Einen besonders nachhaltigen Einfluß übte *Augustinus* aus, teils durch seine Behandlung des Antipodenproblems, teils durch die Aufstellung und Beantwortung der Frage nach der Herkunft

der Inseltiere. Er nahm eine selbständige Schöpfung vieler Inseltiere nach der Sintflut oder mit anderen Worten eine polytope Entstehung der Arten an und erwarb sich dadurch das Verdienst, das Diskontinuitätsproblem zuerst aufgestellt und seine Lösung versucht zu haben. Etwa 200 Jahre später stellte der irländische Mönch *Pseudoaugustinus* die Hypothese auf, daß die Säugetiere Irlands über eine ehemalige Landverbindung aus dem Kontinent eingewandert seien und erklärte damit zum erstenmal die diskontinuierliche Verbreitung gewisser Tiere durch die Annahme eines ehemaligen Zusammenhanges zwischen heute getrennten Gebieten. Doch übte er keinen Einfluß auf die Forschung aus, und erst die Entdeckung Amerikas drängte die Frage nach dem Ursprung der Inseltiere und Inselmenschen jedermann auf.

Die Herkunft der Menschen, Tiere und Pflanzen Amerikas gehört noch heute zu den wichtigsten und schwierigsten Fragen der Biogeographie. Für die Menschen des 16. Jahrhunderts und noch weit bis in das 18. hinein war sie jedoch ungleich bedeutungsvoller, weil sie als ein religiöses Problem aufgefaßt wurde. Ängstlich sah man sich nach einer Antwort um, die den herkömmlichen Glauben ungestört ließ.

Schon im Anfang des 16. Jahrhunderts stellte *Paracelsus* eine Hypothese auf, die als die radikalste von allen je versuchten Lösungen des Problems bezeichnet werden muß; er nahm einen „anderen Adam" an. Hiermit sprach er zum erstenmal die Ansicht vom polygenetischen Ursprung des Menschengeschlechtes aus, über die 300 Jahre später so viel Streit entstehen sollte. Er löste das Problem durch dasselbe Prinzip, mit dem *Augustinus* die Herkunft der Inseltiere erklärt hatte. Seine Hypothese wurde jedoch von allen Seiten als ketzerisch verworfen, und man war genötigt, eine Einwanderung aus der Alten Welt anzunehmen, und zwar nach der Sintflut. *Augustins* Lehre wurde als mit der Heiligen Schrift unvereinbar erklärt; alle höheren Tiere der Erde mußten von den in der Arche geretteten Paaren herstammen.

Um die Mitte des 16. Jahrhunderts nahm ein spanischer Schriftsteller, *Augustin de Zarate*, eine Einwanderung des Menschen nach Amerika über eine verschwundene Atlantis an. Vielseitiger und tiefer in der Behandlung der Frage war der gelehrte Jesuit *José de Acosta*, dessen im 17. und 18. Jahrhundert sehr verbreitetes und beliebtes Werk über Amerika eine ausführliche Erörterung über den Ursprung der amerikanischen Menschen- und Tierwelt enthält. Es gibt nach ihm nur drei Möglichkeiten: eine Besiedlung durch Schiffahrt, durch Schiffbrüchige oder durch Einwanderung über Land. Die beiden ersteren Möglichkeiten werden ausführlich widerlegt, und *Acosta* kommt zu dem Ergebnis, daß Menschen und Tiere über Land eingewandert seien. Hieraus zieht er den weiteren Schluß, daß die Neue Welt irgendwo mit der Alten zusammenhänge, oder daß wenigstens die Entfernung sehr unbedeutend sei, entweder im Norden oder im Süden. Die Hypothese einer Einwanderung über die Atlantis wird zurückgewiesen. *Acosta* übte einen großen Einfluß auf die späteren Schriftsteller aus; seine klare Zurechtlegung des Problems hatte eine sichere Grundlage für die Diskussion geschaffen.

Gegen Ende des 17. Jahrhunderts veröffentlichte der berühmte und vielseitige Jesuit *Athanasius Kircher* ein Buch, in dem der Gedanke an ehemalige Landverbindungen gleichsam in ein System gebracht wurde. Damit erlahmte aber auch das Interesse für das Amerikaproblem, und es folgte eine nüchterne Periode, die dauerte, bis die französische Aufklärung einen allgemeinen Geschmack an wissenschaftlichen Spekulationen geweckt hatte.

Jetzt wurden *Buffon* und *Linné* von hervorragender Bedeutung für die Entwicklung der Biogeographie. Jener lieferte den sicheren Nachweis, daß die Tiere des östlichen und des westlichen Kontinents in der Regel ganz verschieden sind, erkannte und erklärte die Zirkumpolarität der nördlichen Tiere und machte zuerst auf vikariierende Arten aufmerksam, deren Ähnlichkeit er aus einem gemeinsamen Ursprung, deren Verschiedenheit er aus der Einwirkung des Klimas erklärte. *Linné* begründete die Pflanzengeographie, die fast 200 Jahre später entstand als die ersten Anfänge der Tiergeographie. Mit besonderem Interesse schilderte der große schwedische Botaniker die diskontinuierliche Verbreitung der Gebirgspflanzen und gab viele Beispiele von Arten, die für die lappländischen, schweizerischen, pyrenäischen und andere Gebirge gemeinsam sind. *Linné* hat als erster diese Erscheinung erkannt, die später eine so große Bedeutung in der Geschichte des Diskontinuitätsproblems erhalten sollte. Er dachte sich jedoch noch im Anschluß an die biblische Paradieserzählung eine Ausbreitung aller Pflanzen von einem einzigen Punkte aus. Demgegenüber behauptete der deutsche Botaniker *Gmelin* einen polytopen Ursprung der Pflanzen, wie denn überhaupt *Linnés* Wanderungshypothese wahrscheinlich wenige Botaniker seiner Zeit befriedigte. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts versuchte *Willdenow* die diskontinuierliche Verbreitung vieler Pflanzen durch die Annahme eines früheren Zusammenhanges zwischen den Verbreitungsbezirken zu erklären. —

Einen bedeutungsvollen Fortschritt auf dem Gebiete der Tiergeographie bezeichnet das in den Jahren 1778 bis 1783 erschienene dreibändige Werk des deutschen Universitätsprofessors *Zimmermann* über die „Geographische Geschichte des Menschen und der allgemein verbreiteten vierfüßigen Tiere". Darin werden zahlreiche Fälle von diskontinuierlicher Verbreitung besprochen und durch die Hypothese eines ehemaligen Zusammenhanges jetzt getrennter Gebiete erklärt. *Zimmermann* war der erste, der

diese Hypothese konsequent durchzuführen versuchte und wurde dadurch der Begründer der entwicklungsgeschichtlichen Tiergeographie. Auch schuf er den Begriff des Reliktendemismus, indem er hervorhob, daß ein kleines Verbreitungsgebiet der Rest eines früheren größeren sein kann.

Auf die deutsche Zoologie übte *Zimmermann* einen nicht unbedeutenden Einfluß aus; in Frankreich und England wurde er wenig beachtet. Nach seiner grundlegenden Arbeit wurde die Tiergeographie lange hauptsächlich durch die Entdeckung neuer Tatsachen gefördert; neue Gesichtspunkte konnten nicht geboten werden. —

Im Anfange des 19. Jahrhunderts nahm die Pflanzengeographie einen bedeutenden Aufschwung. In erster Linie kommen hier die Arbeiten *Humboldts* in Betracht, durch die eine exakte floristische und physikalische Pflanzengeographie geschaffen wurde. *Humboldt* kannte die diskontinuierliche Verbreitung von alpinen und anderen Pflanzen gut, sowie die Verwandtschaft zwischen weit getrennten Floren. Wie kann man sich, fragt er, Pflanzenwanderungen zwischen Gegenden vorstellen, die durch unendliche Gebiete mit ganz anderem Klima und durch den Ozean getrennt sind? Seine eigenen Ansichten sind sehr schwankend. Meist hält er solche Fragen für unlösbar; einmal nimmt er an, daß dieselben Phanerogamen in Nordamerika und in Europa sowie in der nördlichen und südlichen Hemisphäre entstanden seien.

Die meisten Forscher am Anfang des 19. Jahrhunderts, die nach einer Erklärung der nicht aus dem Klima hervorgehenden Verbreitungsverhältnisse suchten, fanden diese in der Lehre von den Schöpfungszentren. Man nahm eine ursprünglich gegebene Verteilung der Arten und der systematischen Gruppen an. Bald dachte man nur an Ursprungsorte der einzelnen Arten, bald verknüpfte man damit die Vorstellung von Zentren, wo die schöpferische Tätigkeit sich besonders stark geltend gemacht habe und von denen also viele Arten ausgegangen seien. Viele waren der Ansicht, daß die jetzige Verbreitung durch Wanderungen von den Schöpfungszentren aus zustande gekommen sei, und gingen wenigstens stillschweigend von der Voraussetzung aus, daß jede Art nur an einer Stelle entstanden sei. Bei einigen dieser Autoren treten Ansätze zu einer geschichtlichen Betrachtungsweise der Verbreitungserscheinungen auf, indem sie Wanderungen in früheren Epochen mit anderer Verteilung von Land und Meer annahmen. Doch gab es auch Forscher, die von den Wanderungshypothesen nichts wissen wollten und zu dem Ergebnis kamen, daß jede Art in zahlreichen Individuen und an verschiedenen Stellen entstanden sei.

Ein wichtiges Ereignis für die Biogeographie waren *Lyells* „Prinzipien der Geologie", deren erste Auflage in den Jahren 1830 bis 1833 erschien. Ihr Verfasser stützte sich auf die geläufigen Annahmen von Schöpfungszentren und Wanderungen von diesen aus, betonte aber mit besonderem Nachdruck, daß die jetzige Verbreitung wesentlich durch die geographischen und klimatischen Veränderungen der Erde beeinflußt worden sei. Die innere Wahrheit der Ideen und die Konsequenz in ihrer Anwendung geben ihm jedenfalls einen wichtigen Platz in der Geschichte der Biogeographie; seine größte Bedeutung aber hat er durch seinen Einfluß auf *Forbes, Hooker, De Candolle* und *Darwin.*

Edward Forbes veröffentlichte im Jahre 1846 eine Arbeit über die Flora und Fauna der britischen Inseln, die einen Wendepunkt in der Geschichte der Biogeographie bedeutet. Eine neue Richtung in dieser Wissenschaft konnte nur dadurch entstehen, daß man die großen allgemeinen Probleme beiseite ließ und die unmittelbare Herkunft der Tier- und Pflanzenwelt eines begrenzten Gebietes zu ergründen versuchte. Dies tat *Forbes,* indem er die Geschichte der gesamten Flora und Fauna seiner Heimat schrieb. Er geht von der Voraussetzung aus, daß jede Art sich von einem einzigen Ursprungszentrum aus verbreitet hat und zeigt ferner, daß die britische Flora und Fauna wenigstens ganz überwiegend aus anderen Gegenden stammen muß. Er unterscheidet darin mehrere Elemente, die in verschiedenen Zeiten und auf verschiedenen Wegen eingewandert seien. An der Bedeutung des Klimas für die Verbreitung zweifelt er nicht; das heutige Klima wird jedoch fast gar nicht berücksichtigt, und er sucht fast alles in der Verbreitung durch die Einwanderungsgeschichte zu erklären. Sein Gedankengang ist ganz überwiegend geologisch. Die Behandlung der Landflora und Landfauna berührt in jedem Punkte das Diskontinuitätsproblem. *Forbes'* Ansichten darin sind sehr präzis. Das britische Gebiet muß seine Pflanzen und Tiere vor der Isolierung, d. h. über verschwundene Landbrücken erhalten haben, das alpine Element sei jedoch durch Treibeis dorthin gelangt. Bei der Besprechung des alpinen Elementes und in noch höherem Grade der nördlichen Meerestiere nimmt er eine rein klimatische Isolierung an, ein in der Biogeographie neues, für die künftige Forschung außerordentlich fruchtbares Prinzip. Gleichzeitig prägte er unvergleichlich bestimmter als irgendein früherer Forscher den Reliktenbegriff.

In die Fußstapfen *Forbes'* traten die Botaniker *Hooker* und *De Candolle.* Jener faßte zunächst nur gewisse Erscheinungen ins Auge, dieser unterwarf in seiner klassischen „Botanischen Geographie" die Verbreitung der ganzen Pflanzenwelt einer tiefgehenden theoretischen Analyse. In der Geschichte des Diskontinuitätsproblems bildet dieses Werk einen der wichtigsten Marksteine. *De Candolle* schenkt der diskontinuierlichen Verbreitung größere Aufmerksamkeit als irgendein früherer Forscher; ja bis auf unsere Zeit hat eigentlich niemand die theoretische Bedeutung

dieser Tatsachen so eingehend und mit solch logischer Schärfe klargelegt. Immer und immer wieder kommt er darauf zurück, daß die heutigen geographischen und klimatischen Verhältnisse nur eine sehr sekundäre Rolle spielen. Die wichtigsten Züge in der Verbreitung beruhen auf früheren Ursachen; geographische und klimatische Veränderungen haben in hohem Grade darauf eingewirkt. —

Damit wurden die entwicklungsgeschichtlichen Ideen der vordarwinschen Zeit zum Abschluß gebracht. Ihnen stand jedoch eine zweite Auffassung gegenüber, deren Hauptvertreter *Louis Agassiz* war. Dieser betrachtete die Verbreitung als eine Eigenschaft jeder Art, wie Bau und Lebensfunktionen, also als den Ausdruck eines Gedankens des Schöpfers; er leugnete daher die Bedeutung der äußeren Bedingungen, von Wanderungen usw. Die jetzige Verbreitung jeder Art ist seit ihrer Schöpfung gleich gewesen. Jede Art ist nicht nur innerhalb ihres jetzigen Wohngebietes entstanden, sondern über dessen ganze Ausdehnung und in großer Anzahl, sogar in durchschnittlich derselben Anzahl von Individuen, die sie jetzt aufweist und die eines ihrer angeborenen Merkmale ist. Einen tieferen Einfluß auf die biogeographische Forschung übte *Agassiz* nicht aus. Doch ist *Schmardas* großes Werk über die Verbreitung der Tiere ein typischer Ausdruck der von dem amerikanischen Zoologen abhängigen Richtung. In seinem Mangel an entwicklungsgeschichtlichen und sonstigen allgemeinen Gesichtspunkten zeigt es klar, wie wenig die Tiergeographie eigentlich seit *Zimmermanns* Tagen fortgeschritten war; *Forbes'* Ideen wirkten dort viel weniger als in der Botanik.

Sowohl die Forbes-De Candollesche als auch die Agassizsche Richtung, zwischen denen der Botaniker *Grisebach* einen vermittelnden Standpunkt einnahm, setzten als tiefste Ursache der Verbreitungserscheinungen eine ursprüngliche, nach übersinnlichen oder wenigstens unerklärlichen Gesetzen erfolgte Verteilung der Organismen voraus. *Forbes* und *De Candolle* nahmen spätere Veränderungen an und sahen also in der jetzigen Verbreitung das Ergebnis einer Entwicklung; *Agassiz* betrachtete alle Verbreitungserscheinungen als von Anfang an gegeben. Seine Anschauung hatte den Vorzug der Folgerichtigkeit, sie beantwortete ein für allemal alle Fragen. Dagegen enthielt die entwicklungsgeschichtliche Auffassung jener Zeit einen inneren Widerspruch: sie erklärte gewisse Einzelheiten in der Verbreitung als Resultate einer Entwicklung, schlug dann plötzlich um und führte die wesentlichsten Züge in der Verteilung der Organismen auf einen ursprünglichen, von übersinnlichen Prinzipien bedingten Zustand zurück. Sie konnte nicht klarlegen, warum nicht ebensogut alles der Ausdruck dieser geheimnisvollen Gesetze sei. Da kam die Deszendenztheorie auf. Die Agassizsche Lehre war auf einmal überwunden, der Widerspruch gelöst, und die entwicklungsgeschichtliche Auffassung der Verbreitung erfuhr eine folgerichtige Ausgestaltung und erhielt einen tieferen Sinn. *Agassiz* überlebte seine Lehre; bei seinem Tode hatte die genetische Biogeographie vollständig gesiegt. —

Der vorstehende Auszug aus der prächtigen Arbeit *v. Hofstens* kann nur einen annähernden Begriff von der Reichhaltigkeit ihres Inhalts geben. Ganze Abschnitte, wie die über die Antipodenfrage, die Beobachtungen über Inseltiere im 17. und 18. Jahrhundert, die Salonwissenschaft am Ende des 18. Jahrhunderts, den anthropologischen Polygenismus, die miozäne Atlantis, *Wallace, Darwin*, die Jahre nach *Darwin* und das moderne Problem der polytopen Artentstehung mußte ich hier ganz übergehen. Bezüglich ihrer und vieler interessanter Einzelheiten sei auf die grundlegende Studie selbst verwiesen.

Zur Stammesgeschichte der Halbaffen und Menschenaffen.

Kein Gebiet der Stammesgeschichte erweckt allgemeineres Interesse als die Entwicklung der Halbaffen und Affen, als der Lebewesen, die uns Menschen ohne Zweifel von allen am nächsten stehen und deren Entwicklungsgeschichte zu einem großen Teile auch unsere Geschichte ist. Dabei haben freilich die Ansichten im Laufe der Zeit stark gewechselt und besonders über die Beziehungen der Halbaffen zu den Affen und ihre Gliederung sind z. T. weit auseinandergehende Ansichten geäußert worden. So ist auch hier unser Wissen noch immer im Flusse und jeder gründlich bearbeitete Beitrag wertvoll. *W. K. Gregory*, der sich schon als paläontologischer Bearbeiter der Säugetiersystematik einen Namen gemacht hat, hat sich nun in neuerer Zeit eingehender mit der Stammesgeschichte der Halbaffen und Menschenaffen beschäftigt und ist dabei zu manchen neuen wertvollen Resultaten gelangt, die es verdienen, auch weiteren Kreisen zugänglich gemacht zu werden.

Was zunächst die *Halbaffen* anlangt[1]), so kommt auch *Gregory* zu dem Ergebnis, daß der malaiische *Gespenstmaki (Tarsius)* unter den lebenden Tieren dieser Unterordnung eine besondere Stellung einnimmt. Ihm sind nächstverwandt die Anaptomorphiden, die im Eozän und Unteroligozän in zahlreichen Gattungen und Arten in Nordamerika lebten. Außerdem stehen ihnen aber auch nach *Gregory* die Microchörinen mit den Gattungen *Microchoerus* und *Necrolemur* aus dem Unteroligozän Europas nahe, von denen besonders der letztere in seinem Schädelbau in vieler Hinsicht starke Anklänge an die Koboldmakis aufweist. Die hierher gehörigen Halbaffen waren also sicher im Alttertiär weit über die nördliche Halbkugel verbreitet und sind erst später auf ihr heutiges kleines Wohngebiet beschränkt worden.

Neben dieser Sektion der Gespenstmakis stehen nun zunächst die *Makis* (Lemuriformen), die heute

[1]) *W. K. Gregory*, On the Relationship of the Eocene Lemur *Notharctus* to the *Adapidae* and to other Primates. — On the Classification and Phylogeny of the Lemuroidea. Bull. Geol. Soc. Am. XXVI, 1915, p. 419—446.

vollständig auf Madagaskar und seine Nachbarinseln beschränkt sind. *Gregory* stellt zu ihnen aber auch die Adapiden aus dem europäischen Obereozän und Unteroligozän und die Notharctiden aus dem Mitteleozän Nordamerikas, die man bisher zumeist auch den Gespenstmakis anreihte, die letzteren sogar direkt in die Familie der Anaptomorphiden stellte. Die Notharctiden sind zweifellos die ursprünglichsten aller uns bekannten Halbaffen, besonders ihre älteste Gattung *Pelycodus*, und von ihrem noch insektenfresserartigen Typus lassen sich, abgesehen von gewissen Einzelheiten in den Mahlzähnen, alle höheren Makis ableiten. Aus ihren älteren Formen sind die Adapiden hervorgegangen, von denen die am besten bekannte Gattung *Adapis* einen spezialisierten Seitenzweig darstellt. Dagegen besitzt der erst neuerdings gefundene *Pronycticebus* im Bau seines Schädels und in seiner Bezahnung die Eigenschaften, die man von einem Vorfahren der madagassischen Makis erwarten müßte. *Gregory* glaubt daher, daß deren Vorfahren erst etwa im Oligozän in ihre heutige Heimat eingewandert sind. Von den lebenden Makis hat der *Mausmaki* (*Cheirogale*) am meisten die altertümlichen Eigenschaften bewahrt, darunter verhältnismäßige Kürze des Gesichts und große Augenhöhlen. Beim Zwergmaki (*Microcebus*) wurden bei abnehmender Körpergröße beide Eigenschaften noch schärfer ausgeprägt, bei den vollständig ausgestorbenen Riesenmakis (*Megalapiden*) schlug dagegen die Entwicklung die entgegengesetzten Wege ein. Eine ähnliche Entwicklung wie beim Zwergmaki führte zu den *Indris* (*Indrisiden*), ohne aber mit Zwergwuchs verbunden zu sein. Vielmehr erreichten einige Tiere eine recht stattliche Größe. Als Endpunkt der Entwicklung, die vom Wollenmaki (*Avahis*) über den Vließmaki (*Mesopropithecus*) zum Indri (*Indris*) führt, ist der subfossile *Palaeopropithecus* anzusehen, ein großes schweinähnliches Tier. In entgegengesetzter Richtung haben sich aus den ältesten Indris die ebenfalls ausgestorbenen Archaeolemuriden entwickelt, die eine ganz auffällige Ähnlichkeit mit den Affen, besonders mit den Makaken, aufzuweisen haben, die aber nur auf paralleler Entwicklung beruhen kann. Aus einem ihrer Vorläufer müssen denn endlich die merkwürdigen Fingertiere (*Chiromyiden*) hervorgegangen sein, eine nagerartige Modifikation des Indristypus, wie die Altmakis eine affenartige.

Einen dritten Zweig der Halbaffen bilden die *Loris*, im äthiopischen Afrika und in Indien lebend und fossil noch nicht bekannt. Sie zeigen Beziehungen zu den Makis und Gespenstmakis, neigen aber zu den ersteren und mögen sich aus Formen entwickelt haben, die *Pronycticebus* ähnelten. Die Galegos sind rein afrikanisch, die Nachtmakis (*Nycticebinen*) verbreitet wie die ganze Gruppe.

Man kann diesen Ausführungen *Gregorys* im großen und ganzen zustimmen. Zweifelhaft erscheint aber doch der nordische Ursprung der Makis. Im Oligozän hätten deren Vorfahren keinesfalls von Europa über Afrika nach Madagaskar gelangen können, da damals ein breites Mittelmeer die Nord- von den Südkontinenten trennte. Nur gegen Ende der Periode können ganz vorübergehend schmale Landbrücken eine Verbindung hergestellt haben, die einen sehr beschränkten Faunenaustausch ermöglichten. Madagaskar konnte dann kaum vor dem Miozän erreicht werden. Dann erhalten wir aber für die Entwicklung der Makis eine sehr kurze Zeit, die die ganze Annahme wenig wahrscheinlich macht. Eher könnten sich die Loris im Norden entwickelt haben. Die Heimat der Makis möchten wir dagegen nach wie vor in der östlichen Südatlantis, also in Afrika suchen und die Ähnlichkeit mit *Pronycticebus* auf parallele Entwicklung verwandter Stammlinien zurückführen.

Eine zweite Arbeit von Gregory ist den *Menschenaffen* gewidmet[1]). Als ältesten Anthropoiden sieht er den *Parapithecus* aus dem Oligozän Ägyptens an. Während dieser aber noch einen durchaus selbständigen Zweig bildet, neben dem auch die Hundsaffen (*Cercopitheciden*) emporgewachsen sind, ist der ihm gleichaltrige *Propliopithecus* vom gleichen Fundort als der gemeinsame Stammvater aller Menschenaffen zu betrachten. Schon sehr früh müssen sich diese aber in die beiden Stämme der langarmigen *Gibbons* (*Hylobatinen*) und der Menschenaffen in engerem Sinne (*Simiinen*) gespalten haben. Zu ihnen gehören zwei fossile Gattungen aus dem Miozän Europas, der etwas ältere *Griphopithecus* und der bekannte *Pliopithecus*, den man vielfach auch in die Stammlinie des Menschen stellt. Er steht etwa in der Mitte zwischen dem *Propliopithecus* und den lebenden Gibbons.

Die echten *Menschenaffen* haben sich seit der Mitte der Miozänzeit in zwei Hauptlinien gespalten. Die eine führt über den *Palaeosimia* aus den Siwalikschichten Indiens zum lebenden Orang Utan. In der zweiten bildet der mit dem ersteren zusammen vorkommende *Sivapithecus* einen unfruchtbaren Seitenzweig, der noch manche Anklänge an die Oranglinie zeigt, auch durch die große Breite seiner Backenzähne und ihr Relief an den Menschen erinnert, am nächsten aber doch der großen Gattung *Dryopithecus* steht, die vom Miozän bis Unterpliozän in Europa und Asien weit verbreitet war und aus der der Gorilla und der Schimpanse hervorgegangen sein müssen. Aber auch der Mensch steht dieser Linie nicht fern. Die Beziehungen der Arten sind dabei verschieden. *D. punjabicus* ist als gemeinsamer Vorläufer der beiden afrikanischen Menschenaffen zu betrachten. Auf den Gorilla weisen der indische *D. chinjiensis* und der europäische *D. Fontani*, auf den Schimpansen *D. giganteus* von Indien und *D. rhenanus* von Europa; dagegen zeigt der europäische *D. Darwini* am ehesten Ähnlichkeit mit *Pithecanthropus*. Die Schimpansenlinie erhielt sich in Europa bis ins Quartär, hat man doch in diesem bei Piltdown in England einen echten Schimpansenunterkiefer gefunden. Auch der pliozäne *Neopithecus* (*Anthropodus*) gehört möglicherweise hierher, wenn er nicht ein Gibbon ist. Zur Gorillalinie stellt dagegen *Gregory* den *Palaeopithecus* aus dem Unterpliozän Indiens, den man bisher meist als Schimpansen aufgefaßt hat. Auf alle Fälle kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die afrikanischen Menschenaffen beide vom südlichen Asien herstammen und nicht in Afrika alteinheimisch sind.

Aus dem gleichen Grundstocke wie Gorilla und Schimpansen läßt *Gregory* auch den Menschen erwachsen, wobei der bekannte *Pithecanthropus* als eine Seitenlinie betrachtet wird. Die Abweichungen des menschlichen Körperbaues von dem der verwandten Menschenaffen, besonders von *Sivapithecus* und *Dryopithecus* erklären sich aus der veränderten Lebens- und Ernährungsweise. Die Vorläufer des Menschen gaben das Leben auf den Bäumen und die Frucht-

[1]) *W. K. Gregory*, Studies of the Evolution of the Primates. II. Phylogeny of recent and extinct Anthropoides with special Reference to the Origin of Man. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. XXXV, 1916, p. 258—355.

nahrung auf und gingen dafür auf den festen Erdboden über, wurden Zweifüßler und Räuber, die scharfe Steine zum Abschneiden und Zerkleinern der Nahrung benutzten. Hiermit hängt die Verkleinerung des Gesichtsteils und des Zahnbogens zusammen, ferner die Rückbildung der Eckzähne, der Kaumuskeln, der Verlust der Greiffähigkeit der großen Zehe. Dazu kommen andere sekundäre Anpassungen, wie die Ausbildung langer Beine und kurzer Arme, während bei den Menschenaffen die umgekehrte Entwicklung Platz greift. Diese Entwicklung dürfte nach *Gregory* kaum früher als im Miozän begonnen haben, wenigstens macht dies keine bekannte Tatsache notwendig. Die Heimat dieser Affenmenschen sucht *Gregory* ebenso wie *Matthew*[1]) im südöstlichen Asien, von wo aus sie sich erst nach Europa hin verbreiteten. Es lassen sich dann bei ihrer Weiterbildung zum Menschen drei Entwicklungsstufen unterscheiden. Zunächst waren sie noch in der Hauptsache Fruchtfresser und besaßen große Eckzähne und parallele Reihen von Backzähnen, ein Zustand, den uns etwa *Sivapithecus* darstellt. Dann folgt ein räuberischer Zustand, in dem der Affenmensch zum Allesfresser wurde. Die Eckzähne wurden kleiner, die Backzahnreihen konvergent wie beim Heidelbergmenschen, der uns das Aussehen des gemeinsamen Vorfahren aller Menschen zeigt. Endlich folgte ein Zustand, in dem die Nahrung durch Kochen erweicht wurde und sich daher die Bezahnung mehr oder weniger an Größe und Ausbildung zurückbildete wie beim modernen Menschen.

Der von *Gregory* angenommene Entwicklungsgang ist streng monophyletisch gedacht und von diesem Standpunkt aus sicher das Neueste und Beste, was sich gegenwärtig über die Entwicklung des Menschen sagen läßt. Aber daneben kommt doch auch die Möglichkeit einer polyphyletischen Entwicklung der Menschheit in Frage, haben doch gerade die paläontologischen Forschungen der letzten Jahrzehnte immer deutlicher darauf hingewiesen, daß die meisten Stammlinien viel älter sind, als man bisher meist annahm, daß ihre Vergabelung schon in weit früheren Perioden stattgefunden hat. Außerdem hat man in immer mehr Fällen erkannt, daß systematische Einheiten, wie Gattungen und Familien, durchaus keine stammesgeschichtlichen Einheiten sein müssen. Hierfür ist bekanntlich besonders *G. Steinmann* eingetreten, wenn auch freilich zweifellos wieder zu einseitig und die Grenzen weit überschreitend. Aber ein gemäßigter Polyphyletismus kann recht wohl wenigstens den Rang einer Arbeitshypothese beanspruchen. Er betrachtet die systematischen Einheiten nur als Entwicklungsstufen, die von den „Stämmen" (Phylen) vielfach gekreuzt werden. Diese sind die senkrecht verlaufenden Entwicklungslinien, jene wagerechte Querschnitte. Von diesen Gesichtspunkten aus haben wir die Ordnung der Primaten bearbeitet[2]). In der Stammesgeschichte des Menschen lassen sich hiernach vorläufig zwanzig Entwicklungsstufen innerhalb der Säugetierklasse, davon 15 innerhalb der Primaten unterscheiden. Dem vollentwickelten Menschen der modernen Hauptrassen (Mittelländer, Mongoloiden, Negroiden), den wir als *Kaenanthropus*, den „neuen Menschen" bezeichnen, gingen protomorphe (nach *Stratz*) Rassen mit äffischen Charakteren vorher, wie sie uns noch heute die Drawida, Aino, Urmalayen, Feuerländer, Papua und Hottentotten zeigen (*Mesanthropus* = *Mittelmensch*). Den „Altmenschen" (*Palaeanthropus*) mit noch mehr äffischen Merkmalen zeigen uns Akka, Wedda und Australier, den Urmenschen (*Archanthropus*) die Neandertalrasse. Ihr geht der *Protanthropus* (Erstmensch) voraus, ohne artikulierte Sprache, ohne Feuer, mit höchstens eolithischer Kultur. Hierher gehört wohl der Heidelbergmensch. Noch tiefer liegt die *Pithecanthropus*stufe, die die Vorfahren des Menschen etwa im Unterpliozän durchlaufen haben müssen, wenn auch der Rest von Trinil dem Quartär angehört. Ihr ging im Miozän die Urgibbon- (*Archhylobates*-) Stufe voran, durch *Dryopithecus*, *Sivapithecus* und *Pliopithecus* dargestellt. Die Erstgibbon- (Prothylobates-) Stufe zeigt uns *Propliopithecus* im ägyptischen Oligozän. Noch ältere Stufen unterhalb des Menschenaffenbereiches zeigen dann unter den Schmalnasen der europäische *Oreopithecus* und der ägyptische *Parapithecus*. Noch ältere Stufen zeigen uns die alttertiären Breitnasen Südamerikas in der Reihenfolge *Anthropops*, *Homunculus* und *Pitheculites*. Als Halbaffenstufen dürfen wir endlich die Gattungen *Hyopsodus* und *Pelycodus* ansehen. Voran gehen ihnen noch zwei Insektenfresser- und mindestens drei Beuteltier- und Kloakentierstufen.

Die drei Hauptstämme der Menschheit, die schlichthaarigen „Weißen" (Leukodermen), die straffhaarigen Gelben (Xanthodermen) und die wollhaarigen Schwarzen (Melanodermen), die in den Mittelländern, Mongoloiden bezw. Negern gipfeln, lassen sich zum mindesten durch die oberen Stufen getrennt hindurch verfolgen. Anscheinend waren sie aber auch schon in den Menschenaffenstufen getrennt, wobei den obigen Stämmen der Reihe nach Schimpanse, Orang Utan und Gorilla zuzuordnen wären, ja diese Gliederung ist selbst bei älteren Stufen noch durch einige Beziehungen, wie durch die biologische Blutreaktion, wenn auch nur unsicher, angedeutet. Die Entwicklung der Urhalbaffen muß dabei von der kretazeischen Nordatlantis ausgegangen sein. Im Westen der Südatlantis entwickelten sich aus ihnen im Alttertiär die Breitnasen und aus diesen im Osten die Schmalnasen und schließlich die Menschenaffen, die beide kurz vor dem Miozän nach Eurasien gelangten und sich hier in mehreren Linien bis zu den Menschenstufen weiter entwickelten, am wahrscheinlichsten in Asien, wobei in dem Hauptentwicklungsgebiete die Schlichthaarigen vorwiegend im Westen, die Straffhaarigen im Osten, die Wollhaarigen im Süden saßen. Bei der Weiterentwicklung von einer Stufe zur andern dürften die klimatischen Verschlechterungen der einzelnen Eiszeiten einen Hauptanstoß gegeben haben. Die dritte (Riß-) Eiszeit scheint den Anstoß zur Erreichung der letzten Stufe gegeben zu haben, die zweite (Mindeleiszeit) den zur Bildung des Altmenschen, die erste (Günzeiszeit) den zur Entwicklung des Urmenschen. Freilich bedürfen diese Annahmen noch dauernder Nachprüfung, aber gerade dadurch können wir ja allein Fortschritte in der Wissenschaft erhoffen, daß nicht immer bloß das Alte innerlich immer mehr ins Einzelne nach scholastischer Art ausgebaut wird, sondern daß auch der noch herrschenden Lehrmeinung entgegengesetzte Ansichten zu Worte kommen.

Th. Arldt, Radeberg.

---

[1]) *W. D. Matthew*, Climate and Evolution. Ann. New York Acad. Science XX. IV, 1915, p. 210, 214.

[2]) *Th. Arldt*, Die Stammesgeschichte der Primaten und die Entwicklung der Menschenrassen. Heft 1 der „Fortschritte der Rassenkunde", 52 S.

Besprechungen.

Rohr, M. von, Zur Kenntnis älterer Ansichten über das beidäugige Sehen. Zschrft. f. Instrkde. 1916, *36*, 200—211, 224—236; mit 9 Textfig. (Aug.- und Sept.-Heft.)

Die Versuche zum beidäugigen Sehen sind wesentlich älter, als man früher wohl geglaubt hat. Zuerst scheint die Loslösung des reellen, vom Hohlspiegel entworfenen Bildes die Aufmerksamkeit der Physiker angeregt zu haben. Wir wissen, daß um den Ausgang des 16. Jahrhunderts *Porta* mehrere Versuche dieser Art beschrieb; dabei gelang vorzüglich der Versuch mit dem Degen oder Dolch, dessen Spiegelbild bei richtiger Haltung des Objekts mit diesem ganz oder nahezu zusammenfiel. Auch *Portas* Landsmann *Magini* hat dessen Versuche um 1611 mit besseren Hilfsmitteln wiederholt. Daß es dabei auf den Gebrauch beider Augen ankam, ist beiden wohl nicht so ganz klar gewesen, jedenfalls aber wurde dieses Kunststück dauernd von Liebhabern wiederholt, so daß der Jesuit *Kircher* 1646 darauf aufmerksam machen konnte, es sei der Ausdruck „Spiegelfechten" von diesen Versuchen her bereits in den deutschen Sprachschatz übernommen worden. Es werde gleich hier bemerkt, daß die Freude an dieser beidäugigen genauen Ortsbestimmung erhalten blieb, und daß man sich bald nach *Porta* auch daran machte, das gleiche an dem reellen Linsenbilde zu erreichen. Wir wissen, daß solche Versuche zu Anfang des 17. Jahrhunderts in der Dresdner Kunstkammer angestellt wurden, und so wird es auch an anderen Stellen geschehen sein.

Sehr bald nach *Porta*, schon im Jahre 1604, hat sich *Kepler* mit der Theorie des beidäugigen Sehens in einer Weise beschäftigt, die uns heute einen ganz außerordentlichen Eindruck macht. Er berücksichtigte die Augenbasis und kam zu dem Schluß, daß eine beidäugige Entfernungsbestimmung bis etwa zu 150 m möglich sei. Die aus der Akommodationsanstrengung und der Beobachtung der Zerstreuungskreise folgende einäugige Tiefenbestimmung veranschlagte er nur bis etwa zu 15 m reichend. Die Anwendung auf die in der damaligen Zeit beliebten Probleme des Hohlspiegel- und des Linsenbildes machte er ebenfalls, und gab eine durchaus brauchbare Theorie über die Bedingungen, unter denen diese Luftbilder beidäugig von der Umgebung losgelöst erschienen. Bemerkungen, die er wenig später über die scheinbare Größe einäugig betrachteter Bilder aussprach, sind ebenfalls unserer Beachtung wert. Leider wurde er durch die Ungunst der Zeiten — er lebte damals in Steiermark, fern von den Sitzen mechanischer Kunst — an der Beschaffung eines brauchbaren Instrumentariums gehindert; er wäre sonst wohl zweifellos in der Erkenntnis des beidäugigen Sehens weitergekommen.

Die theoretische Kenntnis geriet sehr bald in einen Verfall; der bald darauf schreibende belgische Jesuit *Aguilonius* schließt sich nicht an *Kepler* an, und auch für *Descartes* haben die geometrischen Bedingungen beim beidäugigen Sehen an Interesse stark verloren. Der Jenaer *Wiedeburg* hat sich ebenfalls nur einen geringen Rest von den alten Kenntnissen bewahrt. Es sieht auch ferner so aus, als ob durch die ungemein häufige Wiederholung der nach *Porta* und namentlich *Kircher* angelegten Hohlspiegelexperimente in den Liebhaberkreisen die Wertschätzung und das Verständnis dafür geschwunden seien. In den zahlreichen Lehrbüchern der populären Magie, die um den Ausgang des 18. Jahrhunderts erschienen, werden zwar diese frühzeitig entwickelten Kunststücke aufgeführt und wiederholt, aber meistens von Autoren, denen das Verständnis des Vorgetragenen völlig fernliegt. Als ein Beispiel dafür kann man unter anderem auf *A. Bürja*, einen Berliner Pfarrer französischer Abkunft, hinweisen, der um das Ende des 18. Jahrhunderts schrieb. Erst im zweiten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts findet sich in Deutschland wieder ein gewisses höheres Interesse am beidäugigen Sehen, das wohl von *Mollweide* und sicher von *Vieth* geäußert wird.

In wissenschaftlichem Sinn beschäftigte man sich an den englischen Universitäten bereits wieder um den Ausgang des 17. Jahrhunderts mit der vorliegenden Aufgabe. Zwar ist die Tätigkeit von *Barrow* noch undeutlich, aber ein französischer Flüchtling *Desaguliers* veröffentlichte 1717 bei der Verteidigung der Newtonschen Farbenlehre eine Reihe von Experimenten zum beidäugigen Sehen, über die noch weiter unten zu sprechen sein wird. Dabei hatte er auch schon gewisse Formen der einfachsten Stereoskope gefunden. Doch scheint sein Einfluß sehr gering gewesen zu sein, mindestens hat der bedeutende Theoretiker *Smith* 1738 zum Teil dieselben Versuche beschrieben, ohne auf seinen Vorgänger hinzuweisen. *Smith* war für unsere Aufgabe von sehr großer Bedeutung. Sein Zirkelexperiment enthält wenigstens den ersten Ansatz zur stereoskopischen Entfernungsmessung, und er ist auch der Urheber der ersten stereoskopischen Zeichnung. Der auf ihn folgende Theoretiker *Harris* steht ungefähr auf *Keplers* Standpunkt, namentlich auch in seinem Bemühen, die Grenzen der stereoskopischen Tiefenwahrnehmung zu bestimmen. Leider starb er zu früh, als daß er sein Werk hätte vollenden können.

Zu der Entwicklung des Doppelfernrohrs, das in jener frühen Zeit als einziger Vertreter der binokularen Instrumente auftritt, hat die vorliegende Darstellung einiges neue Material beibringen können. Von früher her bekannt war bereits die Tätigkeit von *Chérubin d'Orléans* und *Zahn* auf diesem Gebiete. Namentlich der letzterwähnte muß sehr weit gewirkt haben. Man findet nicht allein in den Liebhaberschriften, in denen er eine große Rolle spielt, ständig Bezugnahmen auf ihn, sondern auch aus dem italienischen Sprachgebiet ist uns die Äußerung von dem jüngeren *Selva*, einem Instrumentenbauer, bekannt, der seine, zuerst einfachen, dann achromatisierten Doppelfernrohre unter Beziehung auf *Zahn* einführt. Auf diese Weise ist es gelungen, das Auftreten von Doppelfernrohren, die hier meistens aus zwei holländischen Systemen zusammengesetzt sind, für die Zeit zwischen 1608 und 1787 als ununterbrochen nachzuweisen. Es mag aber hier dazu bemerkt werden, daß unser heutiges doppeltes Theaterglas kaum auf diese Vorgänger zurückgeht. Vielmehr ist es außerordentlich wahrscheinlich, daß dazu ein im 18. Jahrhundert sehr beliebtes Hilfsmittel Kurzsichtiger, das Handperspektiv, beigetragen hat. Es sei auf die Besprechung im Jahre 1915 dieser Zeitschrift, Seite 663, hingewiesen, wo diese Einrichtungen, die Fernrohrbrillen für ein Auge und die aus ihnen hervorgehenden beidäugigen Fernrohrbrillen, behandelt worden sind. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß schon in den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts solche doppelten Fernrohrbrillen, von denen wir einzelne Exemplare in der Literatur nachweisen können, einen gewissen, wenn auch beschränkten Markt hatten, und daß das Patent *Voigtländers* vom Jahre 1823 auf doppelte Operngläser mit achromatischen Objektiven aus dieser Vorstellungsreihe heraus erwuchs.

Ein weiteres Ergebnis der vorliegenden Arbeit ist

eine etwas genauere Darstellung der Versuche über die beiäugige Farbenmischung, als sie bisher zugänglich war. Hier spielt der oben erwähnte *Desaguliers* eine besonders große Rolle. Er hat solche Farbenmischungsversuche sowohl mit prismatischen Farben, wie mit selbstleuchtenden Körpern, wie mit Pigmentfarben angestellt, konnte zwar keine beiäugige Mischung erzielen, hob aber den Wettstreit der Sehfelder deutlich hervor. In gleicher Weise leugnete die Farbenmischung *Du Tour*[1]), der sich die Ansicht gebildet hatte, man sehe immer nur mit einem einzelnen Auge. Wahrscheinlich von ihm angeregt, stellt *Janin* 1772 seine sehr bekannt gewordenen Versuche mit verschiedenfarbigen Brillengläsern an, in denen er entschieden die Mischfarbe beobachtet. Damit wird ein Gelehrtenstreit ausgelöst, der einen ganz großen Umfang annimmt und von *Muncke* im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts zusammenfassend behandelt wurde, ohne daß ihm jedoch eine Entscheidung gelang. Später, immer noch vor *Wheatstone*, äußerten sich *J. Müller*, *Volkmann* und andere in einem, im wesentlichen verneinenden Sinne. Klarheit hat hier erst der Berliner Physiker *Dove* geschaffen, der — merkwürdig unbeeinflußt von der ganzen Schar seiner Vorgänger und wahrscheinlich auch ohne Kenntnis von ihnen — nach und nach seine schöne Theorie des beiäugigen Glanzes entwickelte und verlangte, daß die beiden, den Einzelaugen dargebotenen, farbigen Darstellungen keine allzugroßen Intensitätsunterschiede zeigen sollten.

Den Abschluß der aus der vorliegenden Arbeit anzuführenden Ergebnisse möge der Hinweis auf die Blagdenschen Riefelungsbilder geben, der auf das Jahr 1813 zurückgeht. Vor diesem Nachweis war man der Ansicht gewesen, daß die ersten Beobachtungen dieser Art auf das Jahr 1842 zurückgingen, wo der Züricher Universitätslehrer *Meyer* seine Beobachtungen über Tapetenbilder veröffentlichte. Nach unserer jetzigen Kenntnis sind aber ähnliche, wenn auch nicht ganz so umfassende Versuche bereits 29 Jahre vorher beschrieben worden.

Moritz von Rohr, Jena.

Morse, Fr., and O. B. French, Determination of the Difference in Longitude between each two of the Stations Washington, Cambridge and Far Rockaway. U. S. Coast and Geodetic Survey; special Publication Nr. 35. Washington 1916.

Es sind gerade 50 Jahre verflossen, seitdem 1866 die erste telegraphische Längenbestimmung zwischen Amerika und Europa stattgefunden hat. 1870, 1872 und 1892 hat eine Wiederholung die Unvollkommenheiten der ersten Benutzung der Kabel vermieden. Auch die innere Übereinstimmung ist von rund ± 0,1 Sek. bei der ersten auf ± 0,02 Sek. (mittl. Fehler) bei der letzten gestiegen. Seitdem haben die Methoden und Instrumente noch weitere Verbesserungen erfahren, so daß man jetzt eine innere Genauigkeit von einigen Tausendteilen der Sekunde erreichen kann. Es erschien daher wünschenswert, die Längennetze der Vereinigten Staaten und Europas von neuem in Verbindung zu bringen, von denen jedes für sich eine große Vollkommenheit erlangt hatte. Noch ein weiterer Umstand kam in Betracht. Es ist neuerdings die Hypothese aufgestellt worden, daß sich die Kontinente gegeneinander verschieben, indem sie wie Schollen auf dem Magma schwimmen. Daß überhaupt horizontale Ausgleiche in der Erdkruste vorkommen, ist wahrscheinlich; die Frage, ob ganze Erdteile sich horizontal bewegen, läßt sich nur durch Messungen entscheiden, die daher ein ganz besonderes Interesse beanspruchen, mögen sie nun ein positives oder negatives Ergebnis liefern.

Die Anregung zu dem Unternehmen ist 1912 vom preußischen Geodätischen Institut ausgegangen. Es wurde anfangs auf die Beteiligung der Vereinigten Staaten gerechnet, und es war der Plan gefaßt, die drahtlose Telegraphie zu verwenden. Beides kam nicht zustande. Es wurden vielmehr die deutschen Kabel zwischen Borkum und den Azoren und zwischen diesen und Long Island benutzt. Es wurden drei Beobachtungsstationen errichtet in Borkum, Horta und Far Rockaway, wo die Beobachter Prof. *Schnauder*, Geheimrat *Albrecht* (†) und Prof. *v. Flotow* tätig waren. Die im Sommer 1914 begonnenen Beobachtungen wurden durch die Zerstörung der Kabel bei Kriegsausbruch vorzeitig beendet, so daß der geplante Austausch der Beobachter in Borkum und Far Rockaway nicht mehr eintrat und die persönliche Gleichung zwischen ihnen nach den vorher vorgenommenen Bestimmungen in Rechnung gestellt werden mußte.

Borkum ist schon früher (1904) durch die Linie Borkum—Potsdam an das deutsche Längennetz angeschlossen worden. Far Rockaway ist 1914 durch die amerikanischen Beobachter *Morse* und *French* mit Washington D. C. und Cambridge Mass. verbunden worden. Es wurden die Längenunterschiede zwischen je zwei dieser drei Stationen gemessen. Der Gleichförmigkeit wegen wurden aus Deutschland, von der Firma *Bamberg* bezogene Instrumente verwendet, deren Beschreibung einen Teil der vorliegenden Veröffentlichung einnimmt. Das Dreieck der Beobachtungsstationen schließt mit dem kleinen Fehler von 0,0035 Sek. Die erhaltenen Ergebnisse sind dann von den Beobachtungsorten auf die Hauptpunkte durch trigonometrische Messungen bezogen worden.

Auf diese Weise findet sich als Ergebnis für den Längenunterschied

Cambridge-Greenwich $4^h\ 44^m\ 31^s{,}039$.

Fast gleichzeitig haben die Franzosen und Amerikaner 1913/14 eine drahtlose Bestimmung der Längendifferenz Paris-Washington ausgeführt, deren vorläufiges Ergebnis gut übereinstimmt, indem daraus

Cambridge-Greenwich $4^h\ 44^m\ 30^s{,}989$

folgt. Eine Vergleichung mit den früheren Bestimmungen zeigt, daß nach diesen Resultaten eine Änderung der Entfernung zwischen Amerika und Europa nicht merkbar ist. Wenn wir für denselben Längenunterschied nur die Sekunden angeben, so erhalten wir folgende Übersicht:

	s		s
1866 . . .	30,891	1892 . . .	31,12
1870 . . .	31,065	1913/14 . .	30,989
1872 . . .	31,016	1914 . . .	31,039.

A. Galle, Potsdam.

[1]) Ich habe inzwischen seine drei hierher gehörigen Arbeiten gefunden und teile die Titel sogleich mit:

Discussion d'une question d'optique. Mém. Sav. Etr. 1760, 3, 514—530. Taf. XVIII, XIX.

Addition au mémoire intitulé, Discussion d'une question d'optique, imprimé dans le troisième volume des Mémoires des Savans Etrangers, pages 514 et suivantes. Mém. Sav. Etr. 1763, 4, 499—511.

Appendice à un mémoire de M. *Du Tour*, imprimé dans le volume précédent. Mém. Sav. Etr. 1768, 5, 677—78.

Moorschutzheft, Beiträge zur Naturdenkmalpflege, herausgegeben von *H. Conwentz*, Bd. 5, Heft 2. Bericht über die siebente Konferenz für Naturdenkmalpflege in Preußen, Berlin, am 3. und 4. Dezember 1915. Denkschrift über die Notwendigkeit der Schaffung von Moorschutzgebieten. Berlin, Gebr. Bornträger, 1916.

Das vorliegende Heft, ein stattlicher Band von 358 Seiten, ist unseren Mooren gewidmet. Überblickt man die Liste der Teilnehmer der Konferenz in Berlin, so findet man Männer der Wissenschaft und der Praxis, Vertreter der Regierung und der Landesbehörden anwesend. Alle sind von dem Wunsche geleitet, die uns überkommenen Naturdenkmäler für unsere Nachkommen zu erhalten, soweit die Notwendigkeiten der heutigen ernsten Zeit dies ermöglichen. Viele, welche die Bestrebungen für Naturdenkmalpflege unterstützten und in diesem Sinne tätig waren, sind heute als Kämpfer fürs Vaterland an der Front. Manche kehren nie wieder, sie haben ihr Blut für die Heimat gegeben.

Wenn die jetzige Konferenz die Verhandlungen unter dem Namen Moorschutz zusammenfaßt, so ist sie dazu vollauf berechtigt im Sinne der Bestrebungen der Naturfreunde; der Krieg läßt die Gefahr näher und näher kommen, daß durch ihn indirekt Naturdenkmäler, wie wir sie in den Hochmooren, besonders in Norddeutschland, aber auch in Bayern und Österreich, besitzen, geopfert werden müssen im Interesse der Allgemeinheit. Unsere Hochmoore sind in ihrer Ursprünglichkeit von Bedeutung durch die ihr eigene Pflanzenwelt und für die pflanzengeographische Forschung, für die Erhaltung besonderer Tierspezies sowohl als auch für die Geologie und Meteorologie. In letzterer Beziehung erfüllen sie ähnliche regulierende Funktionen, wie unsere Wälder. Wer die Verhandlungen der Konferenz verfolgt, wird mit Interesse die Beziehungen zwischen Naturdenkmalpflege — insbesondere Moorschutz — und Weltkrieg konstatieren können und sich den Beschlüssen, wie sie in der am Schlusse des Heftes gegebenen Denkschrift fixiert sind, anschließen müssen. Als nach Ausbruch des Krieges der Plan der Feinde Deutschlands, uns durch Abschneiden der überseeischen Zufuhren von Rohmaterialien und Lebensmitteln auszuhungern, bekannt wurde, konnten Mittel und Wege gefunden werden, diesen zu vereiteln. Durch sparsames Haushalten mit den vorhandenen Lebensmitteln und Einschränken der Bedürfnisse auf ein notwendiges Maß konnten die Vorräte gestreckt werden. Es wurden alle Maßregeln getroffen, um die Anbaufläche für Brotfrucht und Kartoffeln auf ein Maximum zu erhöhen, z. T. unter Verminderung anderer Kulturen, wie z. B. des Zuckerrübenbaues. Von den sonst brach liegenden Ländereien konnten für die Lebensmittelerzeugung noch die ausgedehnten Moorflächen in Frage kommen; Deutschland besitzt ungefähr 1 600 000 ha Moorfläche, Österreich ungefähr 60 000 ha. Dank der durch die Moorversuchsstationen und analoger Institutionen gemachten Untersuchungen waren in langjährigen Arbeiten die besten Kultivierungsmethoden für Umwandlung von Moor in Weide und Ackerland bereits vor dem Kriege gefunden worden und ziemlich große Flächen (in Bayern z. B. 46 000 ha von 146 000 ha Moorfläche) waren in Kulturland übergeführt worden. Mit der energischen Fortführung dieser Arbeiten konnte in großem Maßstabe in dem Zeitpunkte begonnen werden, als das Kriegsministerium Kriegsgefangene in genügender Zahl für die Arbeiten zur Verfügung stellen konnte.

Für die Umwandlung von Moorland in Acker- und Wiesland kommen nur zwei Verfahren in Frage, nämlich die von Holland übernommene Fehnkultur und die deutsche Moorkultur. Bei Benutzung der ersten Methode muß der Torf ausgebeutet werden und auf dem Liegenden des ursprünglichen Moores wird die neue Kulturschicht gebildet. So zweckmäßig und volkswirtschaftlich richtig dieses Verfahren auch ist, so kommt es für den vorliegenden Fall nicht in Frage, es braucht jahrelanger Arbeit, um eine größere Fläche der landwirtschaftlichen Nutzung zur Verfügung stellen zu können. Die deutsche Moorkultur allein ist imstande, das in einigen Monaten durchzuführen, wozu die Fehnkultur Jahre braucht. Der Torf bleibt auf seiner Lagerstätte, man beschränkt sich darauf, nur die oberste Schicht in Kulturland überzuführen. Zu diesem Zweck ist in erster Linie das Moor zu entwässern und zwar ist der Grundwasserspiegel um ungefähr 1 m zu senken für Ackerland, 0,7 m für Wiesen und 0,5 m für Weiden. Die oberste Deckschicht des Moores wird dann umgebrochen, durch Zusatz von Kalk werden die vorhandenen Humussäuren neutralisiert, eventuell wird zur Lockerung des Bodens eine dünne Sandschicht aufgetragen. Nach Düngung der bearbeiteten Flächen mit Kali, Phosphorsäure und Stickstoff ist dann der Boden für die Ansaat bereit. Daß wir die beiden zuerst genannten Düngemittel reichlich zur Verfügung haben, ist bekannt, für Herstellung des Stickstoffdüngers in hinreichender Menge dürfte heute auch gesorgt sein. In der Hauptsache ist daher, da Moorflächen in genügender Größe vorhanden sind, die Gewinnung neuen Kulturlandes zu einer Frage der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte geworden. Eine große Zahl von Genossenschaften, denen solche überwiesen wurden, haben energisch die Arbeiten an Hand genommen; Mitte 1915 waren bereits 163 000 ha Moorfläche in Bearbeitung genommen. Es ist anzunehmen, daß eine bedeutende Fläche im laufenden Jahre bereits der Kultur übergeben war und einen nicht gering anzuschlagenden Beitrag an die Volksernährung geleistet hat.

Ursprünglich ging die Absicht dahin, in erster Linie hauptsächlich nur Niederungsmoore zu kultivieren und im wesentlichen die Hochmoore der Torfgewinnung zu reservieren. Mit dem Fortschreiten der Arbeiten ist man aber weitergegangen und hat die Beschränkung auf Niederungsmoore fallen lassen und mit Recht in erste Linie die Volksernährung gestellt. Diese Sachlage als maßgebend anerkennend, sahen sich gleichwohl die Freunde der Naturdenkmalpflege veranlaßt, als Mahner aufzutreten und dahin zu wirken, daß nicht wahllos Moore amelioriert werden, sondern daß einzelne charakteristische in ihrer Ursprünglichkeit erhalten werden. In den Verhandlungen kam neben dem Geologen der Botaniker, neben dem Jäger der Naturfreund zu Wort, alle für dauernden Schutz eintretend. In den Verhandlungen wurde u. a. auch darauf hingewiesen, daß schon die Entwässerung allein ein Moor stark verändert, die Weiterbildung des Moores wird aufgehalten, das Moor verwandelt sich in ein totes. Von der Senkung des Grundwasserspiegels befürchten manche eine wesentliche Änderung des Klimas in ähnlicher Weise, wie sie durch Vernichtung der Wälder stattfinden würde. Referent hält diese Befürchtung nicht für ganz stichhaltig, da die Aufsaugungsfähigkeit der oberen Schichten über dem Grundwasserspiegel für das Regenwasser wesentlich wohl nicht verändert werden dürfte. Alle Redner waren aber einstimmig der Ansicht, daß, als im allgemeinen Interesse liegend, einzelne charakteristische Moore dauernd geschützt und in ihrem jetzi-

gen Naturzustande erhalten würden mit der weisen Einschränkung, daß es genügend sei, für jede in Betracht kommende Provinz eine oder zwei in sich geschlossene Moorflächen genügender Größe zu schützen.

Eine am Schluß des Heftes gegebene Denkschrift begründet ausführlich die Vorschläge der Konferenz. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß die Regierungen der in Betracht kommenden Staaten den gleichen Standpunkt wie die Konferenz einnehmen werden und die Vorschläge durchzuführen suchen werden, wozu sie allein in der Lage sind. Der dankbaren Anerkennung der Mit- und Nachwelt sind sie sicher.

Asmus Jabs, Zürich.

Mitteilungen aus der Röntgentechnik

Quantitative Vergleichung der Wirkung von Röntgenstrahlen und Lichtstrahlen auf Bromsilbergelatine. Eine Anzahl Methoden, die Stärke von Röntgenstrahlen zu messen, beruht auf der Wirkung der Röntgenstrahlen auf die photographische Platte. Da diese Wirkung oft mit der des gewöhnlichen Lichtes verglichen wird, werden von *J. K. A. Wertheim-Salomonson* (*Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen* Bd. *23*, S. 509, 1916) beide Wirkungsarten miteinander verglichen. Auf die beiden Hälften ein und derselben (zerschnittenen) photographischen Platte wurden zwei *Expositionsskalen* aufgenommen. Die Expositionsskala für die Röntgenstrahlen wurde so hergestellt: Vor der schnell bewegten photographischen Platte befand sich eine Bleiplatte, in die nebeneinander 6 Rechtecke eingeschnitten waren, alle 8 mm breit, dagegen verschieden hoch, nämlich 1, 2, 4, 8, 16 und 32 mm. Auf der fallenden photographischen Platte entstehen daher nach der Belichtung durch die Röntgenstrahlen sechs über die ganze Länge der Platte laufende Bänder von 8 mm Breite. Ist die Dauer der Einwirkung der Röntgenstrahlen gleich K, so wird die den Bändern entsprechende Dauer 1, 2, 4, 8, 16 und 32 mal K. Registriert man gleichzeitig die Dauer, während welcher die Platte fällt, durch einen rotierenden Bleisektor auf die Platte, so kann man für jeden Streifen die Expositionsdauer und durch photometrische Ausmessung die entsprechende Schwärzung der photographischen Platte bestimmen. Auf ähnliche Weise wurde auf der zweiten Plattenhälfte eine Expositionsskala für gewöhnliches Licht hergestellt. Aus den erhaltenen Zahlen wurden sogenannte charakteristische Kurven konstruiert, die als Abszissen die Logarithmen der Beleuchtungszeiten und als Ordinaten die Schwärzungen enthalten. Je zwei zusammengehörende Kurven für Licht und Röntgenstrahlen ermöglichen den Vergleich. Sie sind im Gebiete der kurzen Beleuchtungszeiten konvex zur X-Achse gekrümmt und gehen im Gebiet der korrekten Exposition in eine Gerade über. Wird die Gerade bis zur X-Achse verlängert, so ist der Schnittpunkt, der sogenannte Beharrungspunkt, in weiten Grenzen von der Entwicklungsweise der Platte abhängig; er charakterisiert die Empfindlichkeit der Platte. Es zeigte sich, daß die Neigung der charakteristischen Linien im Gebiete der korrekten Exposition für Licht beträchtlich größer ist als für Röntgenstrahlen. Daher muß die Wirkung der beiden Strahlenarten für die photographische Platte ganz anders sein. Der Verfasser sucht den Grund darin, daß die empfindliche Schicht Lichtstrahlen sehr kräftig, dagegen Röntgenstrahlen mäßig absorbiert. „Da wir ferner wissen, daß innerhalb sehr weiter Grenzen die Wirkung der beiden Strahlenarten in demselben Maße wächst, wie die Intensität größer wird, können wir a priori vermuten, daß bei Lichtstrahlen die Wirkung an der Oberfläche der empfindlichen Schicht sehr intensiv ist, jedoch in den tiefer gelegenen Teilen derselben sehr beträchtlich an Intensität abnimmt. Bei Röntgenstrahlen, die bei dem Durchdringen der Bromsilbergelatineschicht viel weniger stark geschwächt werden, dürfen wir erwarten, daß die Wirkung in den oberflächlichen und tiefer gelegenen Schichten nicht nennenswert an Stärke verschieden sein wird. Nach dem Entwickeln werden wir also bei dem Negativ, das durch Lichtwirkung erhalten ist, eine sehr ungleichmäßige Verteilung des reduzierten Silbers erwarten dürfen: Dieses ist besonders an der Oberfläche angehäuft, während die Gelatine an der Glasseite fast kein reduziertes Silber erhalten wird. Bei einem Röntgennegativ dagegen wird die Einwirkung in allen Schichten der Gelatine ziemlich gleich gewesen sein, und ist das Silber also ziemlich gleichmäßig über die ganze Dicke der Gelatineschicht verteilt.“ Daß dieses wirklich so ist, wird außer durch eine eingehende Rechnung durch folgenden Versuch gezeigt. Es wurden mikroskopische Präparate von Querschnitten durch verschiedene Gelatineschichten hergestellt, die mit Licht- und Röntgenstrahlen belichtet waren. Die Photographien zeigen, daß die obige Ansicht richtig ist, daß das Silber nach der Lichtwirkung nur in einer oberflächlichen Schicht, bei der Röntgenstrahlenwirkung durch die ganze Schicht hindurch reduziert ist. Zugleich ergab sich: Die Wirkung auf die photographische Platte ist bei verschieden harten Röntgenstrahlen nicht dieselbe. Nur bei sehr weichen Strahlen ist die ganze Schicht gleichmäßig geschwärzt, bei einer harten erscheint eine Schwärzungsverteilung, die dem Lichtstrahleneffekt ähnelt. Das ist nur daraus zu erklären, daß zugleich mit den harten Röntgenstrahlen eine sehr weiche, leicht absorbierbare Strahlung die photographische Platte erreicht. Diese Strahlung wird wahrscheinlich eine Sekundärstrahlung sein, die an der Glaswandung der Röntgenröhre oder in der Papierhülle der Trockenplatte erzeugt ist. Für eine Verwendung der photographischen Platte zur Messung der Strahlenmenge ergibt sich aus den Versuchen: Es besteht für die Emulsionen eine verschiedene Gradation unter der Einwirkung von Licht und Röntgenstrahlen und auch bei Röntgenstrahlen verschiedener Härte. Berücksichtigt man das, so läßt sich eine photographische Messung der Röntgenstrahlenmenge durchführen.

Eine neue Methode zur Intensitäts- und Härtebestimmung von Röntgenstrahlen (besonders für die Zwecke der Tiefentherapie). Zu den bisher benutzten Methoden zur Bestimmung der Härte von Röntgenstrahlen fügt *R. Glocker* (*Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen* Bd. *24*, S. 91, 1916) eine neue hinzu. Man könnte denken, daß dies bei der übergroßen Zahl von Meßmethoden in der Röntgenstrahlenmeßtechnik überflüssig sei. Die neue Methode baut aber nicht nur auf neuen, bisher in der Meßtechnik unbenutzten, physikalischen Grundlagen auf, sondern vermag auch Ergebnisse zu liefern, die über den Arbeitsbereich der bisher üblichen Härtemeßmethoden erheblich hinausreichen. Der Verfasser geht von der Tatsache aus, daß jede von einer Röntgenröhre gelieferte Strahlung aus einem Gemisch von Strahlungen verschiedenen Durchdringungsvermögens besteht. Durch

die bisherigen Meßmethoden ließ sich nur ein Mittelwert der Härte bestimmen und nicht der geringste Anhalt gewinnen, wie die Strahlung in ihren Bestandteilen zusammengesetzt ist. Ein Verfahren zur direkten experimentellen Lösung des Problems der Strahlenanalyse muß die drei folgenden Bedingungen erfüllen:

1. Das heterogene Strahlengemisch muß in seine Bestandteile verschiedener Härtebezirke zerlegt werden;
2. Die Intensitäten der einzelnen Bestandteile müssen voneinander getrennt zur Messung gelangen;
3. Die Härtegrade der zur Intensitätsmessung gelangenden Strahlungsgruppen müssen gleichzeitig ermittelt werden.

Zur Lösung dieser Aufgaben benutzt der Verfasser die von den primären Röntgenstrahlen ausgelösten Sekundärstrahlen, deren Intensität von der Intensität und der Härte der primären Röntgenstrahlen abhängig ist. Diese Sekundärstrahlung tritt erst dann auf, wenn die Härte der erregenden Strahlung einen gewissen unteren, für jede Substanz charakteristischen Grenzwert überschritten hat, und zwar tritt sie dann mit größter Stärke auf. Setzt man also der zu messenden Röntgenstrahlung verschiedene Körper aus, so werden an den einzelnen Körpern nur dann Sekundärstrahlen entstehen, wenn die die Sekundärstrahlen erzeugenden Wellenlängen im Röntgenstrahlengemisch vorhanden sind. Darauf gründet sich das neue Meßprinzip und hat damit eine große Ähnlichkeit mit einer Meßmethode der Akustik: Um die einfachen Töne, welche in einem musikalischen Klang vorhanden sind, experimentell zu bestimmen, bedient man sich der Helmholtzschen Resonatoren. Die Luftmasse eines solchen Resonators hat einen bestimmten Eigenton. Ist dieser im untersuchten Klang vorhanden, so ertönt der Resonator. Ganz entsprechend gibt bei der Glockerschen Methode das Auftreten von Sekundärstrahlung an passend ausgewählten chemischen Stoffen, welche von der zu untersuchenden Röntgenstrahlung getroffen werden, davon Kunde, daß in dieser Strahlung bestimmte Wellenlängen vorhanden sind. — Der neue Härtemesser, der auf diesem Prinzip aufgebaut ist, besteht aus einem Gehäuse in Form eines rechteckigen Kastens von 12 cm Höhe, 8 cm Breite und 6 cm Länge. Darin sind fünf verschiedene Sekundärstrahler so angeordnet, daß sie unter einem Winkel von 45° von den durch einen Schlitz einfallenden Röntgenstrahlen getroffen werden. Die an ihnen erzeugten Sekundärstrahlen treffen eine photographische Platte, die vor den direkten Röntgenstrahlen durch den Kasten geschützt ist. Dementsprechend entstehen auf der photographischen Platte 5 Felder verschiedener Schwärzung. Aus den Schwärzungsanteilen dieser Felder läßt sich auf die Strahlenzusammensetzung schließen. Die Belichtungszeit beträgt bei einem Abstand von 40 cm nur ½ bis 2 Minuten. — An mehreren Beispielen wird die Brauchbarkeit der neuen Methode gezeigt. Besonders belehrend sind zwei Aufnahmen, die eine ganz abweichende Strahlenzusammensetzung zeigen, obwohl ein gewöhnlicher Härtemesser gleiche Härtegrade angab. Das neue Meßinstrument ist in hohem Maße geeignet, bei Problemen der Tiefentherapie, wo nur härteste Strahlen verlangt und die weichen Strahlen wegen ihrer schädlichen Wirkung auf die Haut vermieden werden müssen, eine wichtige Rolle zu spielen. So zeigt z. B. der Verfasser, daß man für diese Zwecke die Strahlung besser durch ein Zinkfilter als durch ein Aluminiumfilter gehen läßt. Ferner wird man die neue Methode sehr wohl da gebrauchen können, wo es gilt, durch besondere Schaltungsarten usw. extrem harte Strahlung zu erzielen und nachzuweisen.

Die Glühkathoden-Röntgenröhre von Siemens & Halske, A.-G. Die Röntgenstrahlenerzeugung in der neuen gasfreien Röhre und Spezialapparate zu ihrem Betriebe für Diagnostik und Therapie. Die vorliegende Veröffentlichung (*Berliner Klinische Wochenschrift* Nr. 12 und 13, Jahrg. 1916), deren Inhalt einem Experimentalvortrag entspricht, welchen *K. Lasser* am 26. Januar 1916 in der Berliner Medizinischen Gesellschaft gehalten hat, bringt zum ersten Mal ausführliche Mitteilungen über die im Laboratorium von Siemens & Halske ausgearbeiteten Verbesserungen der Coolidge-Röntgenröhre. Nach einigen einleitenden Ausführungen über den Unterschied zwischen den alten und neuen Röntgenröhren beschreibt der Verfasser zunächst die konstruktiven Einzelheiten der verbesserten Röhren. Es wird für Diagnostik und für Tiefentherapie je eine besondere Ausführungsform hergestellt, deren erstere in den äußeren Abmessungen den alten Röhren entspricht, während bei der Tiefentherapieröhre der Brennpunkt unscharf eingestellt ist und die äußeren Abmessungen beträchtlich vergrößert worden sind. Die neuen Röhren besitzen bekanntlich als Haupteigenschaft die Regulierfähigkeit der Härte. Sie wird durch die Veränderung der an die Röhre geschalteten Spannung erreicht, während die Intensität der Strahlung durch die Veränderung der Glühtemperatur der die Kathode bildenden Glühspirale geschieht. Beide Maßnahmen sind gänzlich voneinander unabhängig vorzunehmen, so daß es möglich ist, die Härte zu ändern, ohne die Intensität gleichzeitig zu beeinflussen und umgekehrt. Das ist für die praktische Röntgentechnik von größtem Wert. Zum Betriebe der neuen Röhren bedarf es eines Wechselstromanschlusses. Man sollte zunächst denken, daß bei dem direkten Wechselstromanschluß eine Anordnung wie der Hochspannungsgleichrichter nötig sei, um den erzeugten Wechselstrom in pulsierenden Gleichstrom umzuwandeln. Es ist eine weitere wichtige Verbesserung, daß bei der neuen Röhre eine derartige Anordnung nicht nötig ist. Das wird dadurch möglich, daß die neuen Röhren in hohem Maße gleichrichtende Eigenschaften haben und auch den höchstgespannten Strom nur in der einen Richtung hindurch lassen, und zwar in der Richtung, für welche die glühende Elektrode Kathode ist. In einem besonderen Abschnitt wird die Verwendung der neuen Röhren in der Tiefentherapie behandelt. Die große Form der Therapieröhre macht es möglich, mit bedeutend höheren Spannungen und damit härteren Strahlen zu arbeiten als früher. Dem pulsierenden Charakter des einseitig abgedrosselten Wechselstromes entsprechend, wird aber bei der bisher geschilderten Betriebsweise die Betriebsspannung alle Spannungswerte von Null bis zu einem Maximalwerte durchlaufen, und die Strahlung wird aus einem Gemisch harter und weicher Strahlen bestehen. Würde man zum Betriebe der Röhre eine Spannung von gleichbleibender Größe verwenden, so müßten Strahlen einer bestimmten Wellenlänge, d. h. homogene Röntgenstrahlen entstehen. Um in technisch einwandfreier Weise möglichst wenig pulsierenden, hochgespannten Gleichstrom in beliebiger Stärke herzustellen, wird ein Drehstromtransformator benutzt und mehrere Glühkathoden-Ventilröhren nach Art der Graetzschen

Schaltung so angeordnet, daß die drei Wechsel des Drehstromes durch die Röhre fließen. Da sie sich zeitlich überdecken, so kommt ein sehr schwach pulsierender Strom zustande, der fast Gleichstromcharakter hat. In einem Anhang ist die Diskussion enthalten, die dem Vortrage folgte und aus der hervorgeht, daß man in Ärztekreisen an die neue Röntgeneinrichtung sehr hohe Erwartungen knüpft.

Zweierlei Arten von Interferenzerscheinungen an Röntgenstrahlen sind bisher bekannt geworden, die Aufnahmen bei Durchstrahlung eines Kristalls und die Linienspektren bei Reflexion an einem Kristall. *P. Debye* und *P. Scherrer* (**Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im Röntgenlicht,** *Physikalische Zeitschrift* Bd. *17*, S. 277, 1916) beschreiben jetzt eine neue Erscheinung. Die Versuchsanordnung ist folgende: Ein Pulver von amorphem Bor, amorphem Silizium oder Borstickstoff oder Lithiumfluorid usw. wird zu einem Stäbchen von 2 mm Durchmesser und 10 mm Länge gepreßt. Das Stäbchen wird in einer zylinderförmigen Kamera aufgestellt; durch ein Bleiröhrchen in der Wand der Kamera treten Röntgenstrahlen ein. Aus der Kamera tritt das Röntgenstrahlenbündel durch eine mit schwarzem Papier überdeckte Öffnung wieder aus. Auf diese Weise ist dafür gesorgt, daß Sekundärstrahlen nicht entstehen. Das in der Mitte der Kamera stehende Stäbchen wird von den Röntgenstrahlen in der Mitte getroffen. Längs der Wandung liegen zwei halbkreisförmig gebogene photographische Films, auf denen die Interferenzstrahlung aufgefangen wird. Die Interferenzen kommen dadurch zustande, daß in dem amorphen Pulver kleine Kriställchen vorhanden sind, die, wenn auch regellos gelagert, dennoch Maxima und Minima der Strahlung veranlassen. Die Maxima liegen auf Kegeln, deren Achse mit der Richtung der primären Strahlung zusammenfällt und deren Spitze sich im Innern des bestrahlten Körpers befindet. Es entstehen demnach auf den photographischen Films kreisförmige, scharfe Interferenzstreifen, die als der Durchschnitt der Interferenzkegel mit dem zylindrisch gebogenen Film zu deuten sind. Von vier reproduzierten Aufnahmen sind drei mit Kupferantikathode und eine mit einer Platinantikathode gemacht worden, wobei zum Teil Lithiumfluorid, zum Teil Graphit als bestrahlter Körper benutzt wurde. Die Verfasser geben eine Theorie der Erscheinung; es gelingt ihnen, zu zeigen, daß die theoretisch geforderten Beziehungen sich experimentell nachweisen lassen. Jede Wellenlänge der Röntgenstrahlung erscheint auf dem Photogramm in einer Anzahl von Linien; die neue Methode läßt sich sowohl zur Bestimmung der Gitterstruktur von Kristallen, wie zur Messung der Wellenlänge von Röntgenstrahlen mit Hilfe einer bekannten Kristallstruktur benutzen. Eine Anleitung zur Verwendung der Aufnahmen bei beliebigen Kristallsystemen soll später veröffentlicht werden.

Die Aufgabe, die Röntgenstrahlen so durchdringend zu machen, wie die Gammastrahlen der radioaktiven Substanzen, steht in der modernen Röntgentechnik mit an erster Stelle. *P. Ludewig* (**Eine Methode zur Erzeugung sehr harter Röntgenstrahlen,** *Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau*, Wien, Bd. *34*, S. 317, 1916) untersucht, wie die Erzeugungsmethode geändert werden muß, um das zu erreichen. Bei der Bremsung des Kathodenstrahles auf der Antikathode der Röntgenröhre entsteht die sogenannte Impulsstrahlung und die charakteristische Strahlung; beide zusammen geben ein sehr kompliziertes Röntgenstrahlenspektrum. Während die charakteristische Strahlung von dem Material der Antikathode abhängt — jedes Antikathodenmetall sendet einzelne ihm charakteristische Wellenlängen aus —, ist die Impulsstrahlung eine Funktion der Spannung an der Röntgenröhre. Die Durchdringungsfähigkeit der Impulsstrahlung ist um so größer, je größer die Spannung ist. Die Wellenlängen der charakteristischen Strahlung kann man natürlich nicht ändern, aber der Impulsstrahlung kann man durch Änderung der Spannung beliebige Werte geben. Um diese Strahlung möglichst hart zu machen, ist daher der Verlauf der Spannung an den Röhren im Betriebe sehr wichtig. Diesen Spannungsverlauf leitet der Verfasser theoretisch ab. Es ergibt sich eine Kurvenform, die der experimentell ermittelten entspricht. Sie zeigt im Beginn eines jeden Stromstoßes einen „Zündgipfel" und dann einen Abfall auf einen niedrigen Wert. Dementsprechend wird in jedem Stromstoß ein Gemisch von verschieden harten Impulsstrahlen erzeugt. Der neue Gedanke des Verfassers ist: die bei jedem Stoß erzeugten weichen Röntgenstrahlen auszuschließen, nur die Strahlen entstehen zu lassen, die durch den Zündgipfel hervorgebracht werden und durch die Betriebsverhältnisse den Zündgipfel so hoch wie irgend möglich zu legen. Ferner die elektrischen Schwingungen, die bei jedem Stoß im Sekundärkreis des Induktoriums oder des Transformators erregt werden und den Stromverlauf verlängern und komplizieren, unschädlich zu machen. Die Lösung dieser Aufgaben führt zu einer besonderen Schaltung im Stromkreise der Röntgenröhre. Von den Klemmen der Hochspannungsquelle führt die Leitung über zwei unsymmetrische Luftfunkenstrecken und zwei Widerstände sehr hoher Ohmzahl zur Röntgenröhre. Die Funkenstrecken haben die Eigenschaft, den Stromstoß abzukürzen und die Widerstände die Aufgabe, erstens die Schwingungen vollkommen zu dämpfen und zweitens den Betriebszustand der Röhre auf eben geeigneten Punkt der Charakteristik zu legen. Außerdem muß der Hochspannungsgenerator eine sehr hohe Spannung liefern. Die Forderungen, nur die Zündspannung zur Erzeugung der Impulsröntgenstrahlen zu benützen, sind damit erfüllt: die Funkenstrecken schneiden den letzten Teil eines jeden Stoßes automatisch ab; die hohen Widerstände haben zur Folge, daß die Stromstärke nur klein ist, daß daher die Leitfähigkeit in der Röhre nur geringe Werte annimmt, die Zündspannung infolgedessen sehr hoch liegt, und daß die elektrischen Schwingungen gedämpft werden.

Über Beobachtungen am Röntgentransformator. Die elektrischen Vorgänge im Primär- und Sekundärkreis eines Hochspannungsgleichrichters (Röntgentransformators) untersucht *C. Déguisne* (*Physikalische Zeitschrift* Bd. *17*, S. 106, 1916) mit dem Oszillographen. Beim Induktor ist die Zufuhr von Energie aus dem Primärkreis bereits abgeschlossen, wenn die sekundäre Entladung einsetzt; beim Röntgentransformator dagegen wird während der Entladung noch Energie nachgeschoben. Die sekundär abgenommene Energiemenge hängt hier daher stark davon ab, ob eine weiche oder eine harte Röntgenröhre eingeschaltet ist. Bei einer weichen Röhre ist die Rückwirkung auf den Primärkreis den Oszillogrammen nach sehr groß. Ähnlich äußert sie sich auf den Verlauf des magnetischen Feldes und der sekundären elektromotorischen Kraft. Die Oszillogramme der sekundären Klemmenspannung zeigen bei Einschaltung harter Röhren einen Kurvenverlauf

von beachtenswerter Unregelmäßigkeit. Die Entladung erfolgt in zackenartigen Stößen, die Spannung fällt in jedem Stoß von 80 kV auf 40 kV und steigt wieder; nach *Déguisne* deswegen, weil der Sekundärstrom auf das Magnetfeld zurückwirkt. Jeder rasche Aufstieg des Sekundärstromes hat ein augenblickliches Sinken, jeder plötzliche Abfall des Stromes ein Ansteigen der elektromotorischen Kraft zur Folge. Hierauf beruht die von vielen Seiten gefundene stoßartige Form der Röntgenstrahlung. Der zweite Teil der Arbeit behandelt die Wanderwellen in der Sekundärspule des Röntgentransformators. Die sekundäre Stromstärke verteilt sich nicht gleichmäßig über die ganze Länge der Sekundärwicklung. Infolgedessen kommt es bei jedem Stromstoß zu einer Strömung der Elektrizität, die Wanderwellen in der Sekundärspule hervorruft. Diese Wellen können beim Eintreffen an den Klemmen eine Spannungserhöhung veranlassen, die nach dem Aussetzen des sekundären Stromes ein neues Zünden der Röntgenröhre oder, falls die Röhre noch nicht verlöscht war, ein ruckweises Ansteigen des Stromes zur Folge hat. Als Fortpflanzungsgeschwindigkeit findet *Déguisne* $1{,}2 \cdot 10^{10}$ cm pro Sekunde. Einige Oszillogramme zeigen, daß die Stromverteilung in der Sekundärspule tatsächlich ungleichmäßig ist, und daß für die Kurvenform die Wanderwellen von großer Bedeutung sind.

Das Integraljontometer. Die in der Röntgentechnik verwendeten Dosierungsverfahren haben den Nachteil, daß ihre Angaben von der Härte der Röntgenstrahlen abhängen und daher nicht eindeutig sind. *Th. Christen* (*Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen* Bd. *23*, S. 520, 1916) stellt sich die Aufgabe, ein Instrument zu schaffen, das diesen Nachteil vermeidet, um zu erreichen, daß das Instrument bei harten und weichen Strahlen zu gebrauchen ist und auch dann, wenn man es — wie stets in der Praxis — mit einem *Strahlengemisch* zu tun hat. Angenommen die Strahlung fiele durch einen Absorptionskörper von überall gleicher Dicke in eine Ionisationskammer. Dann würden um so mehr Strahlen durch den Absorptionskörper hindurchgehen, je härter die Strahlung ist, und anderseits würden in der Luft der Ionisationskammer um so weniger Strahlen absorbiert. Man könnte nun denken, daß diese beiden entgegengerichteten Einflüsse einander aufheben, und daß die Stärke der Ionisation in der Kammer ein von der Härte der Strahlen unabhängiges Maß für die Strahlenstärke wäre. Das ist aber falsch. Qualitativ wirken die Einflüsse in entgegengesetzter Richtung, aber quantitativ heben sie sich nicht auf. Zur Lösung der Aufgabe muß die Frage so gestellt werden: Welche Gestalt muß der Absorptionskörper haben, damit die Stärke der Ionisation in der Ionisierungskammer ein von der Härte unabhängiges Maß für die Strahlenstärke ist. *Christen* zeigt zwei Lösungen. Entweder gibt man dem Absorptionskörper die Form eines ebenen Keiles oder man setzt einen rotationsparabolischen Hohlkörper über eine kreisrunde Kammer. Der letzte Weg wurde bei der Konstruktion des Integraljontometers eingeschlagen, das für die Meßtechnik der Röntgenstrahlen einen wichtigen Fortschritt bedeutet. Es ist mit ihm nicht nur möglich, unabhängig vom Härtegrad Flächenenergie und Intensität zu messen, sondern auch für die Leistung eines Röntgenapparates ein einwandfreies Maß zu geben.

Ziele und Probleme der Röntgenstrahlenmeßtechnik. Für die Frage nach einer Vereinheitlichung des Meßwesens in der Röntgentechnik (*Voltz, Fortschr. a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen* Bd. *24*, S. 1—51, 1916) kommt es erstens darauf an, die physikalisch-chemische Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Meßgerät und zweitens die chemisch-biologische Wirkung auf den menschlichen Körper kennen zu lernen. Beide Wirkungen sind auf die Bildung von negativen Elektronen zurückzuführen, die die Röntgenstrahlen in der von ihnen getroffenen Substanz erzeugen. Diese Elektronen, die Kathoden- oder β-Strahlencharakter haben, verursachen dann die äußerlich sichtbare Wirkung auf Meßgerät oder Zelle. Damit tritt das „Sekundärstrahlenproblem" in den Vordergrund, d. h. die Frage, wie groß die Sekundärstrahlung ist in Abhängigkeit von der Art der getroffenen Substanz und der Wellenlängenzusammensetzung des Röntgenstrahlengemisches. Die Erscheinung der selektiven Absorption der Röntgenstrahlen bildet die Hauptquelle für die zahlreichen bisherigen Unstimmigkeiten in der Röntgenmeßtechnik; erst wenn man dafür gesorgt hat, daß das physikalische Meßinstrument aus Substanzen besteht, in denen das Strahlengemisch des Röntgenrohres keine Sekundärstrahlen erzeugt, werden einwandfreie Messungen möglich. Unter diesem Gesichtspunkt ist sowohl zur Messung der Härte, wie auch der der Dosis nur die jontometrische Methode geeignet; zum Bau des Ionisationsraumes dürfen daher nur Stoffe benutzt werden, in denen die Sekundärstrahlung keine Rolle spielt. Zugleich ist zur Beurteilung des Strahlengemisches die Beobachtung der Kurvenform der an der Röhre liegenden Spannung nötig. Daher sind fast alle heute gebräuchlichen Meßinstrumente ungeeignet und ein Vergleich der verschiedenen Meßmethoden undurchführbar. Zur Lösung des Gesamtproblems muß ferner auch die Wirkung auf die Zellen des menschlichen Körpers berücksichtigt werden. Auch in ihnen werden Sekundärstrahlungen und selektive Absorption für bestimmte Wellenlängen eintreten. Daraus folgt aber, daß, wenn auch die Röntgenstrahlen physikalisch einwandfrei gemessen werden, doch bei gleichem physikalischen Effekt nicht immer der gleiche biologische Effekt in der Zelle eintreten muß. Es ist daher noch unbekannt, in welcher Beziehung ein bestimmter biologischer Effekt zu einer bestimmten physikalischen Strahlenenergie steht. Neben der Durchbildung und Vervollkommnung des physikalischen Meßinstruments und der Vereinheitlichung der Meßmethoden und Meßskalen ist daher das Studium der biologischen Wirkung der Röntgenstrahlen zur Lösung des Gesamtproblems erforderlich. — Die Arbeit von *Voltz* enthält außer einer Sichtung des bisher bekannten Materials auch einige neue Versuche. Sie beziehen sich auf die Erforschung der elektrodynamischen Eigenschaften der Röntgenröhre und knüpfen an die Ludewigsche Theorie über das Verhalten der Röhre im Betriebe an. Es zeigt sich, daß die theoretisch abgeleiteten Beziehungen mit den Versuchsergebnissen sehr wohl übereinstimmen.

Paul Ludewig, Freiberg.

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

n
t
.
.
.
.
)
e
d
n
r-
n
n
k-
r
r-
e-
le
n-
er
n-
on
l-
n-
as
t,
ne
n-
hl
ie
ni-
en,
u-
lie
en-
ge-
er-
ur-
ch
ers
un-
ite
nn
ge-
kt
der
nt,
her
en-
oll-
der
ist
der
for-
ner
nige
ung
gen-
über
sich,
den

g.